

LUCIANO CORDEIRO DE LOYOLA

O DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ, GÊNESE E CARACTERÍSTICAS DOS MINÉRIOS

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre pelo Curso de Pós-
Graduação em Geologia Exploratória, Setor de
Ciências da Terra da Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Gondim
de Andrade e Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Sidnei Pires Rostirolla

CURITIBA

2003

TERMO DE APROVAÇÃO

Luciano Cordeiro de Loyola

“O DISTRITO DE TALCO DO PARANA, GÊNESE E
CARACTERÍSTICAS DOS MINÉRIOS”.

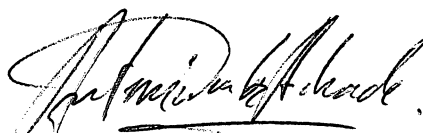
Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em
Geologia, Área de Concentração Geologia Exploratória,
Universidade Federal do Paraná. Banca Examinadora formada
por:



Professor Doutor Egon Antonio Torres Berg – UEPG



Professora Doutora Eleonora Maria Gouvêa Vasconcellos – UFPR



Professor Doutor Antonio Carlos Gondim de Andrade e Silva – UFPR
Presidente

Curitiba, 28 de agosto de 2003.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às seguintes pessoas e entidades que colaboraram no desenvolvimento deste trabalho:

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Gondim de Andrade e Silva, pela orientação da pesquisa, discussões, incentivo e leitura crítica do texto final e a confiança depositada ao me aceitar como seu orientando no projeto.

A minha família pela compreensão e apoio.

Ao Prof. Dr. Egon Antonio Torres Berg, pelas discussões referentes aos resultados apresentados neste trabalho.

Ao geólogo Sérgio Ribas, pelo apoio e oportunidade de discutir as idéias referentes ao minério do Distrito de Talco do Paraná.

Ao geólogo Diclécio Falcade pelo apoio durante o desenvolvimento da elaboração desta dissertação.

A Marlene Mengarda Martelli, da biblioteca da MINEROPAR, pela revisão final das referências bibliográficas.

Ao IGCP 443, pela oportunidade da publicação de trabalhos e pesquisa de campo para a concretização desta dissertação.

Ao geólogo David Crouse, da Talc Luzenac, pelas discussões técnicas e encaminhamento de amostras para ensaios analíticos.

Ao engenheiro Ricardo Ciminelli e ao geólogo Ricardo Bernardes Dias pelas sugestões e críticas construtivas.

À MINEROPAR pelo apoio, principalmente pela oportunidade das discussões técnicas com os colegas de trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	I
SUMÁRIO	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABELAS	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VI
RESUMO.....	VII
ABSTRACT	VIII
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 - ABORDAGEM DO TEMA.....	2
1.2 - OBJETO E OBJETIVOS.....	6
1.3 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	6
2 – MÉTODOS DE TRABALHO	7
3 – GEOLOGIA REGIONAL.....	9
4 – GEOLOGIA LOCAL	19
4.1 - MÁRMORES DOLOMÍTICOS.....	19
4.2 – METAVULCÂNICAS.....	21
4.3 - FILITOS E METASSILTITOS.....	22
4.4 – QUARTZITOS E METARENITOS	23
4.5 – COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS.	24
4.6 - COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA.....	24
4.7 - INTRUSIVAS BÁSICAS	25
4.8 - ALUVIÕES RECENTES.....	26
5 - DISTRITOS DE TALCO DO BRASIL E DO MUNDO.....	27
5.1 - CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS NO PARANÁ.	27
5.2 - DEPÓSITOS NO MUNDO.....	30
6 – CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.....	37
6.1 - CONTROLE E POSICIONAMENTO ESPACIAL DOS DEPÓSITOS.....	37
6.2 – GÊNESE DOS DEPÓSITOS.....	42
6.3 - CARACTERÍSTICAS DOS MINÉRIOS.....	45
7 – USO INDUSTRIAL DOS MINÉRIOS DE TALCO.....	48
7.1 - USINA PILOTO – UM CASO HISTÓRICO.....	54
8 - CARACTERÍSTICAS DOS MINÉRIOS DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ	56
8.1 - ENSAIOS CERÂMICOS.....	59
8.2 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS E CARACTERIZAÇÃO APÓS QUEIMA.....	63
9 – CONCLUSÕES.....	74
10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01: DIQUE DE MICRO-GABRO AO LADO DE MÁRMORE DOLOMÍTICO MINERALIZADO. MINA SÃO JOSÉ, DISTRITO DE ITAIACOCA. PONTA GROSSA.	5
FIGURA 02: MINA GRANDE, NO MUNICÍPIO DE CASTRO, DISTRITO DE ABAPÃ. O CORPO DO JAZIMENTO ESTÁ CONTROLADO MORFOLOGICAMENTE POR UMA CRISTA DE QUARTZITO NE.	5
FIGURA 03: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ, BRASIL.	7
FIGURA 04: MAPA GEOLÓGICO DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.	10
FIGURA 05: MINERALIZAÇÕES DE QUARTZO COM ESTRUTURA RETICULAR QUE APARECEM NAS ÁREAS DE NÚCLEOS DE DOBRAS. (ESTAS MINERALIZAÇÕES APRESENTAM TAMBÉM MICRO-ESTRUTURAS COM QUARTZO EM CONTRAMOLDES).....	13
FIGURA 06: COLUNA ESTRATIGRÁFICA DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.....	16
FIGURA 07: MAPA GEOLÓGICO COM A LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS MINAS DA ÁREA DE CASTRO, DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.....	18
FIGURA 08: MAPA GEOLÓGICO COM A LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS MINAS DA ÁREA DE PONTA GROSSA, DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.....	18
FIGURA 09: MINÉRIOS FOLIARES, ENCONTRADOS EM CONTATO COM MÁRMORES DOLOMÍTICOS, SÃO CONHECIDOS COMERCIALMENTE COMO MINÉRIO TIPO SERPENTINA, COMO OS DA MINA GRANDE, ÁREA DE PONTA GROSSA, PRESENTES NESTA FOTO. PORÉM NÃO HÁ OCORRÊNCIA DESTES MINERAIS DE FORMA ABUNDANTE.....	29
FIGURA 10: BOLSÃO DE TALCO BRANCO DE ALTA PUREZA. MINA SÃO JOSÉ, MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, ÁREA SUL DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.....	29
FIGURA 11: DIQUE DE MICRO-GABRO QUE PENETROU POR UM PLANO DE FRAQUEZA, CONTATO ENTRE QUARTZITO À ESQUERDA E TALCO COLUVIONAR À DIREITA. NOTA-SE A DIFERENCIAÇÃO DO MATERIAL TALCO EM CONTATO COM O DIQUE. ANTIGA MINA GIRALDI EM PONTA GROSSA.	38
FIGURA 12: LINEAMENTO PREFERENCIAL DAS MINAS SEGUNDO DIREÇÃO NE DAS FALHAS. FOTO NA ÁREA DE CASTRO.	39
FIGURA 13: FRENTE DE LAVRA TÍPICA DA ÁREA DE CASTRO. OBSERVAM-SE CONCENTRAÇÕES DE CARÁTER COLUVIONAR DE MINÉRIO DE TALCO.	40
FIGURA 14: MINA GRANDE, EM PONTA GROSSA, PARANÁ. OBSERVA-SE O MINÉRIO DE TALCO LAMINADO E DEFORMADO CONTORNANDO O CORPO DE MÁRMORE DOLOMÍTICO. TRATA-SE DE MINÉRIO DO TIPO HIDROTHERMAL.	41
FIGURA 15. MINÉRIO DE TALCO MACIÇO (METAMÓRFICO) AO LADO DE TALCO BRECHADO POR PROCESSO CÁRSTICO. AFLORAMENTO PRÓXIMO A CONTATO COM MICRO-GABRO ALTERADO.....	41
FIGURA 16 QUADRO ESQUEMÁTICO MOSTRANDO A EVOLUÇÃO DAS MINERALIZAÇÕES DE TALCO DA REGIÃO ITAIACOCA / ABAPÃ.	43
FIGURA 17 REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA MOSTRANDO AS LAMELAS INDIVIDUAIS DO MINERAL TALCO. FONTE: EUROTALC (2002).	51
FIGURA 18: SELEÇÃO MANUAL DE MINÉRIO DE TALCO PARA A OBTENÇÃO DE TALCO PURO. MINA SÃO JOSÉ ÁREA DE PONTA GROSSA. ESTE PROCEDIMENTO FAZ PARTE DA SELEÇÃO PRIMÁRIA E É COMUM NO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.	57

- FIGURA 19: CAMINHÃO DESCARREGANDO MINÉRIO DE TALCO SOBRE PENEIRA. PROCESSO DE SELEÇÃO PRIMÁRIA DE MINÉRIO DE TALCO NA ÁREA DE CASTRO. OS BLOCOS MAIORES QUE APRESENTAM MAIOR TEOR EM SÍLICA SÃO SEPARADOS DO MINÉRIO MAIS FINO E MAIS PURO..... 57
- FIGURA 20: DETALHE DA PENEIRA DA FOTO ANTERIOR. PODE-SE OBSERVAR O ESPAÇAMENTO DE 1 POLEGADA USADO NA PRIMEIRA SELEÇÃO NO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ. 57
- FIGURA 21: FORNO PARA A SECAGEM DO MINÉRIO DE TALCO DO DISTRITO DO PARANÁ EM CASTRO. O MINÉRIO É ESPALHADO SOBRE UMA CHAPA QUENTE ATÉ QUE FIQUE TOTALMENTE SECO..... 57
- FIGURA 22 FOTOMICROGRAFIA DE MINÉRIO DE TALCO, DA MINA POCINHO, ÁREA PONTA GROSSA. MINERAIS DE TALCO LAMELARES. REALIZADA NO LABORATÓRIO ALS CHEMEX INC, ESTADOS UNIDOS, NO ÂMBITO DO PROJETO DE PESQUISA QUE AMPAROU ESTA DISSERTAÇÃO. 58
- FIGURA 23 FOTOMICROGRAFIA DE MINÉRIO DE TALCO, DA MINA BARRINHA, ÁREA CASTRO. MINERAIS DE TALCO MICROCRISTALINOS, POUCOS CRISTAIS LAMELARES. REALIZADA LABORATÓRIO ALS CHEMEX INC., ESTADOS UNIDOS, NO ÂMBITO DO PROJETO DE PESQUISA QUE AMPAROU ESTA DISSERTAÇÃO..... 59

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 01: COMPOSIÇÃO QUÍMICA APROXIMADA DOS MINERAIS QUE COMPÕEM O TALCO INDUSTRIAL.....	3
TABELA 02: ESTRATIGRAFIA ADOTADA PARA A REGIÃO DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ.	15
TABELA 03: DIVERSAS COLUNAS LITO-ESTRATIGRÁFICAS PROPOSTAS PARA O GRUPO ITAIACOCA.	17
TABELA 04: PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE MINÉRIO DE TALCO.....	31
TABELA 05: PRINCIPAIS USOS E ESPECIFICAÇÕES DO PRODUTO TALCO.....	52
TABELA 06: TIPOS DE TALCO SUBMETIDOS A FLOTAÇÃO PELA USINA PILOTO DO CETEM.	55
TABELA 07: CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS APÓS QUEIMA A 950°C – MINÉRIOS DA ÁREA DE PONTA GROSSA.	61
TABELA 08: CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS APÓS QUEIMA A 950°C – MINÉRIOS DA ÁREA DE CASTRO.....	61
TABELA 09: CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS APÓS QUEIMA A 1250°C – MINÉRIOS DE TALCO DA ÁREA DE PONTA GROSSA.	62
TABELA 10: CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS APÓS QUEIMA A 1250°C – MINÉRIOS DA ÁREA DE CASTRO.....	62
TABELA 11: CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS APÓS QUEIMA A 1450°C – MINÉRIOS DA ÁREA DE PONTA GROSSA.	63
TABELA 12: CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS APÓS QUEIMA A 1450°C – MINÉRIOS DA ÁREA DE CASTRO.....	63
TABELA 13: LOCALIZAÇÃO E PRESENÇA DO MINERAL TALCO DAS AMOSTRAS DA ÁREA DE PONTA GROSSA.	66
TABELA 14: LOCALIZAÇÃO E PRESENÇA DO MINERAL TALCO DAS AMOSTRAS DA ÁREA DE CASTRO.	66
TABELA 15: PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE MINÉRIOS DA ÁREA DE PONTA GROSSA.	73
TABELA 16: PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE MINÉRIOS DA ÁREA DE CASTRO.	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS MAIORES DA ÁREA DE PONTA GROSSA.	67
GRÁFICO 02: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS MAIORES DA ÁREA DE PONTA GROSSA. AMOSTRAS INÉDITAS.	67
GRÁFICO 03: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS MAIORES DA ÁREA DE CASTRO.....	69
GRÁFICO 04: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS MAIORES DA ÁREA DE CASTRO. AMOSTRAS INÉDITAS.....	69
GRÁFICO 05: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS TRAÇO DA ÁREA DE PONTA GROSSA.	70
GRÁFICO 06: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS TRAÇO DA ÁREA DE PONTA GROSSA. AMOSTRAS INÉDITAS.	70
GRÁFICO 07: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS TRAÇO DA ÁREA DE CASTRO.	71
GRÁFICO 08: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS PARA ELEMENTOS TRAÇO DA ÁREA DE CASTRO. AMOSTRAS INÉDITAS.....	71

RESUMO

Os depósitos do Distrito de Talco do Paraná estão encaixados em mármore dolomíticos integrantes das seqüências meta-vulcano-sedimentares do Grupo Itaiacoca, as quais apresentam também, quartzitos, filitos, metabásicas e metassiltitos. Estas litologias se dispõem com orientação NE-SW, entre dois complexos graníticos: Cunhaporanga e Três Córregos do ciclo Brasileiro. Todo o conjunto é cortado por um enxame de diques de micro-gabros do Cretáceo.

O Grupo Itaiacoca está subdividido em três formações: Abapã, Água Nova e Bairro dos Campos. Nas duas últimas, encaixadas em mármore dolomíticos estão localizadas as jazidas de talco.

Foram dois os processos genéticos que deram origem ao minério do Distrito de Talco do Paraná: metamorfismo regional dínamo-termal e hidrotermalismo.

Nas minas do Distrito de Talco do Paraná encontram-se diversos tipos de minério, predominando os de cor branca, creme e rosa, variando de acordo com a associação mineralógica que apresentam. As principais impurezas são fragmentos de mármore dolomítico, clorita, tremolita, sericita, quartzo, pirita, hematita e goethita.

Existem minérios do Distrito de Talco do Paraná com o mineral talco microcristalino e também com o mineral talco macrocristalino.

O Distrito de Talco do Paraná tem potencial para atender mercados mais exigentes, pois os minérios em geral apresentam características comerciais compatíveis com as aplicações mais nobres. Dentro de cada área os minérios são homogêneos, havendo necessidade de se efetuar uma melhor classificação de acordo com as exigências mercado consumidor, apresentando garantias de qualidade e regularidade quanto à composição química, mineralógica e granulométrica, dentre outras.

Neste trabalho diferenciaram-se duas áreas com características distintas: Ponta Grossa e Castro. As diferenças referem-se ao tamanho e freqüência de distribuição das jazidas e várias características do minério, tais como dimensão das lamelas individuais, lamelaridade, untuosidade, morfologia, presença de minerais acessórios e composição química.

ABSTRACT

The Parana District deposits are hosted by dolomite marble integrating the meta-volcanic-sedimentary segments of the Itaiacoca Group, which include quartzites, phyllites, metabasics and metasiltsstones. These litologies are laid out in a NE-SW direction, between two granite complexes: Cunhaporanga and Três Córregos, of the Brazilian cycle. The entire assembly is crossed by a number of microgabbros dykes of the Cretacean period.

The Itaiacoca Group is subdivided in three formations: Abapã, Água Nova and Bairro dos Campos. In the latter two, embedded into dolomite marbles are located the talc deposits.

Two genetic processes have originated the ore in the Paraná Talc District: regional dynamic-thermal metamorphism and hydrothermalism.

The deposits of the Paraná Talc District contain various types of ores with different colors, chiefly white, light green, light yellow, varying depending accord the mineralogical association that presents. The ore impurities are fragments of dolomite marble, chlorite, tremolit, sericit, quartz, pyrite, hematite and goethite.

There are in the Paraná Talc District ores with microcrystalline and also with macrocrystalline talc minerals.

The Paraná Talc Distric has the potentiality to serve more exigent markets, considering that the ores present characteristics consistent with noble applications. In both areas the ores are homogeneous; it is urgent to do a efficient classification in accord to the market specification and to presents trusting and regularity in the supplying of the talc commodity, respect the chemical and mineralogical composition, grainy and other characteristics.

In this thesis, two areas are differentiated in accordance of its characteristics: Ponta Grossa and Castro areas. The differences refer to the size and frequency of deposit distribution and various characteristics of talc ore us platelet morphology, plattyness, softness, chemical composition and type of accessory minerals.

1 – INTRODUÇÃO

Os depósitos do Distrito de Talco do Paraná encontram-se no Grupo Itaiacoca.

A estrutura geológica que representa este Grupo é alongada com 110 km de comprimento por 10 km de largura em média, localiza-se entre as cidades de Ponta Grossa, no Paraná, e Itapeva em São Paulo.

O Grupo Itaiacoca limita-se a SW e NE por dois complexos graníticos, respectivamente Cunhaporanga e Três Córregos.

As rochas deste Grupo foram afetadas por metamorfismo de baixo grau (fácies xistos verde), e eventos tectônicos distensionais e colisionais que resultaram em inúmeras dobras e falhas.

O Grupo Itaiacoca é constituído por rochas metassedimentares (mármore dolomíticos, quartzitos, filitos) e metavulcânicas; é cortado por rochas subvulcânicas (micro-gabros) na forma de diques e sills.

A unidade Itaiacoca foi definida originalmente por Almeida (1956) como Formação Itaiacoca e colocada estratigraficamente como pertencente ao Grupo Açungui. Bigarella e Salamuni (1958) sugerem sua contemporaneidade com a Formação Capiçu. Posteriormente foi elevada à categoria de grupo por Hasui et al. (1984a), e desta maneira considerada por trabalhos de cunho estratigráfico, tais como, IPT (1985), Souza (1990) e Reis Neto (1994).

Em toda a faixa do Grupo Itaiacoca, as mineralizações de talco ocorrem associadas aos mármore dolomíticos e, eventualmente, a quartzitos e filitos próximos aos mármore, Lima (1992).

Os dois batólitos graníticos, situados a NW e SE das áreas dos depósitos de talco, intrudiram a seqüência meta-vulcano-sedimentar e estão constituídos por corpos polidiapíricos, com características sintectônicas, datados em 617 Ma o granito Cunhaporanga e 509 Ma o Três Córregos, Reis Neto (1994).

A região apresenta dezenas de diques de micro-gabro com espessuras entre 5 e 30 metros, com mergulhos verticais a subverticais, com direção NW, intrudidos

durante o Cretáceo, representando controles morfológicos dos depósitos de talco, Gondim (2000b).

A denominação Distrito de Talco do Paraná tem sido usada em trabalhos recentes, tais como Gondim (2000b), Gondim e Loyola (2002), para melhor caracterizar esta região produtora de minério de talco, neste trabalho sugere-se a adoção desta denominação.

1.1 - ABORDAGEM DO TEMA

De acordo com Dana e Hurlbut (1974), o mineral talco apresenta as seguintes características:

- 1) Cristalografia: sistema monoclinico, hábito prismático, usualmente tabulares com contorno romboédrico ou hexagonal, maciço ou laminar, em alguns casos apresenta-se com estrutura radiada.
- 2) Propriedades físicas: clivagem (001) perfeita. Lâminas delgadas, flexíveis, mas desprovidas de elasticidade. Dureza 1. Densidade 2,7-2,8. Brilho nacarado e gorduroso. Cor: branca, verde maçã, cinza, rosa e amarela clara. Sensação untuosa ao tato.
- 3) Composição – Silicato de magnésio hidratado, $Mg (Si_4O_{10})(OH)_2$, sendo $MgO = 31,89\%$, $SiO_2 = 63,36\%$, $H_2O = 4,75\%$.
- 4) Aspectos Diagnósticos: caracterizado por hábito micáceo e clivagem perfeita, sua dureza muito baixa e sensação untuosa ao tato. Para distingui-lo da pirofilita, umedece-se um fragmento com nitrato de cobalto e calcina-se. Sendo talco tomará cor violeta pálido, sendo pirofilita tomará cor azul.
- 5) Terminologia: a palavra talco provém do termo “talk”, da língua árabe. Apresenta duas conotações: mineralógica e outra comercial, a primeira correspondente ao mineral do grupo dos silicatos, a segunda corresponde ao produto formado por um conjunto de minerais que têm

propriedades e destinações industriais semelhantes e rochas ricas nestes minerais.

Portanto, o nome talco é utilizado comercialmente para designar o minério de talco, um produto constituído pelo mineral talco (silicato de magnésio hidratado), ou pelo mineral pirofilita (silicato hidratado de alumínio), e as rochas com talco (esteatito) e com pirofilita (agalmatolito).

Outros minerais comuns no produto talco, muitas vezes como impurezas, são: pirofilita, serpentina, clorita, tremolita, antofilita, diopsídio, quartzo, calcita, dolomita, magnesita, siderita, sulfetos, sulfatos, óxidos de ferro e manganês. Quando presentes em excesso, podem alterar a composição do produto talco, influenciando no uso industrial e nos preços de mercado.

Piniaskiewicz *et al.* (1994), relaciona os principais tipos de minerais que compõem o talco industrial, os quais são apresentados com a respetiva composição química na Tabela 01.

Tabela 01: Composição química aproximada dos minerais que compõem o talco industrial.

Mineral	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CO ₂	H ₂ O
Quartzo				100%		
Calcita	56%				44%	
Dolomita	30%	22%			48%	
Magnesita		48%			52%	
Diopsídio	26%	18%		56%		
Tremolita	13%	28%		57%		1,5 - 2,3%
Antofilita	2%	30%		58%		1,5 - 2,2%
Clorita		36%	18%	33%		5 - 14%
Serpentina (antigorita)		43%		44%		8 - 13%
Talco		32%		63%		3 - 7%
Pirofilita			28%	66%		5%

A presença de outros minerais, além do talco, no minério de talco, não implica necessariamente em uma desvalorização do minério. O que é exigido pela indústria consumidora é a constância das características do minério.

O Distrito de Talco do Paraná é o mais importante do Brasil em termos de produção, a qual foi de 140 mil toneladas de talco em 2.001, correspondendo a 40% da produção nacional, Campos (2002).

As duas principais áreas produtoras de talco localizam-se respectivamente na parte sudoeste do Distrito de Talco do Paraná, a área de Ponta Grossa e na parte norte, a área de Castro.

A área de Ponta Grossa está localizada entre a região próxima a localidade de Abapã até o contato do Grupo Itaiacoca com as rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

A área de Castro está localizada próxima ao povoado de Socavão, onde afloram as litologias do Grupo Itaiacoca.

As principais características que diferenciam estas áreas estão expostas neste trabalho de dissertação, principalmente nos capítulos 5, 6 e 8.

Os corpos das mineralizações de talco sempre ocorrem ao lado de diques de micro-gabros e de faixas de quartzitos, os quais são mais resistentes ao intemperismo do que os mármores dolomíticos, protegendo, portanto os depósitos contra a erosão. Estas entidades representam controles morfológicos dos depósitos de talco, e constituem na região importantes guias de exploração (Gondim 2000b). Nas Figuras 1 e 2 apresentam-se ilustrações dos diques de micro-gabro e dos corpos de quartzitos.

Há diversas categorias de minério de talco, classificados comercialmente de acordo as suas composições químicas e colorações. Além desses fatores, os minérios podem também ser classificados pela constituição mineralógica e sua untuosidade, Loyola e Gondim (2000).

Nesta dissertação apresenta-se o resultado dos estudos dos minérios presentes nas diversas jazidas do Grupo Itaiacoca as quais constituem o Distrito de Talco do Paraná.

A caracterização dos diversos tipos de minério de talco da região é de fundamental importância para a orientação da lavra, do beneficiamento e da comercialização, pois implica em aplicações industriais diferenciadas.



Figura 01: Dique de micro-gabro ao lado de mármore dolomítico mineralizado. Mina São José, distrito de Itaiacoca. Ponta Grossa.



Figura 02: Mina Grande, no município de Castro, distrito de Abapã. O corpo do jazimento está controlado morfológicamente por uma crista de quartzito NE.

1.2 - OBJETO E OBJETIVOS

Os objetos desta dissertação são os depósitos do Distrito de Talco do Paraná, situados no Grupo Itaiacoca, nos municípios de Ponta Grossa e Castro, no estado do Paraná.

Este trabalho de dissertação apresenta como principais objetivos:

- Avaliar e resumir as informações bibliográficas disponíveis sobre as formações geológicas do Grupo Itaiacoca e suas litologias; utilizar estas informações para explicar a interação com as características dos minérios do Distrito de talco do Paraná.
- Discutir as condicionantes geológicas e a gênese dos depósitos de talco do Distrito do Paraná em comparação com os distritos de talco que fazem parte da tipologia mundial.
- Avaliar as informações levantadas nesta pesquisa em conjunto com as informações sobre as características mineralógicas, químicas e tecnológicas dos minérios de talco e suas possibilidades de uso industrial.

1.3 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O acesso à parte sudoeste do Distrito de Talco do Paraná, em Ponta Grossa, dá-se se partindo de Curitiba, até Ponta Grossa, pela BR-277, por aproximadamente 110 km até a entrada da PR-513, chamada de Rodovia do Talco. Estrada sem pavimento por 10 km até a localidade de Botuquara, a partir deste ponto, por mais 20 km, segue-se até a localidade de Biscaia, já no interior do distrito.

Para a parte norte do Distrito de Talco do Paraná, segue-se de Curitiba até Ponta Grossa pela BR-277, e desta até Castro pela BR-151, distância total de aproximadamente 150 km. De Castro segue-se por estrada não pavimentada até o povoado de Socavão, por cerca de 50 km, desta localidade até a área das minas de talco a distância é de aproximadamente 9 km.

A localização do Distrito de Talco do Paraná dentro do mapa do estado, os municípios de Ponta Grossa e Castro, bem como dos principais distritos, pode ser observada na Figura 3.

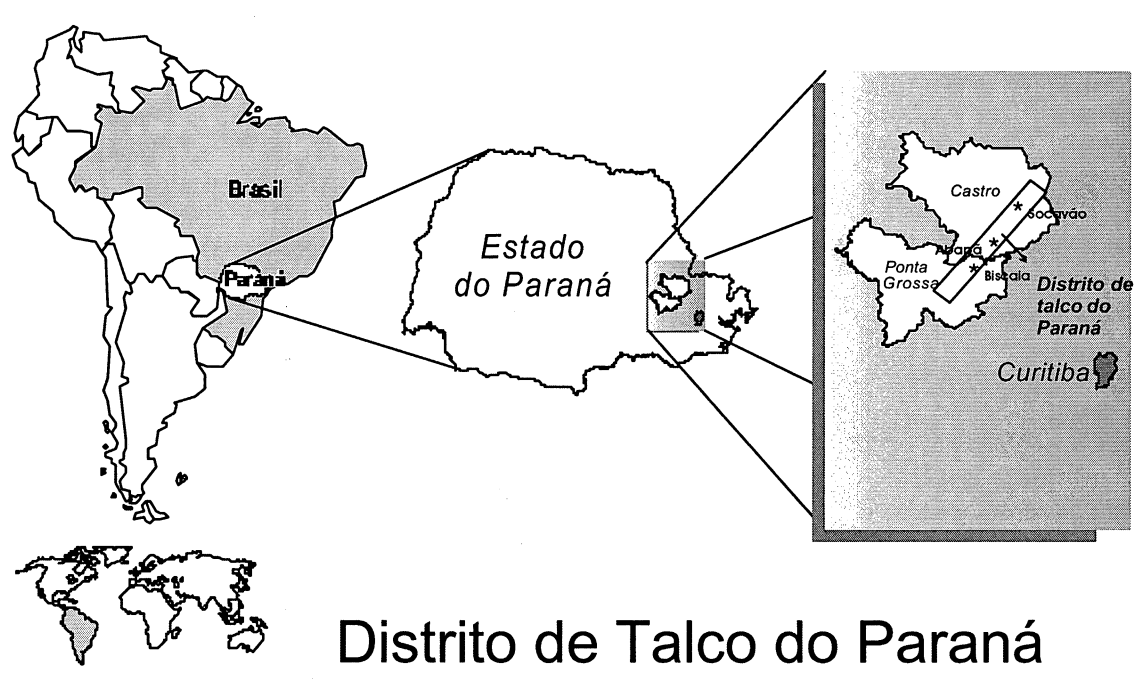


Figura 03: Mapa de localização do Distrito de talco do Paraná, Brasil.

2 – MÉTODOS DE TRABALHO

Efetua-se trabalho de campo com amostragem selecionada dos minérios de talco e rochas encaixantes nas diversas minas da região. Foi efetuada também amostragem nas diferentes pilhas de minérios classificados, que são enviados às indústrias.

Foram retomados os dados levantados na década de 80 pelo autor da dissertação, Berg e Loyola (1987), Loyola (1987a) e Loyola (1987b), complementados e interpretados à luz do conjunto de informações.

A metodologia para a caracterização das amostras numeradas pela sigla LL compreendeu ensaios cerâmicos, análise química e de Capacidade de Troca de Cátions (CTC).

Foram coletadas 70 amostras com 50 kg cada uma. Destas foram realizados ensaios em 55 amostras. Destes 55 resultados foram selecionadas 23 amostras

representativas dos minérios de talco encontrados no Distrito do Paraná para terem seus resultados interpretados nesta dissertação.

As amostras foram descritas, secas, moídas passando totalmente em malha de abertura de 0,18 mm e homogeneizadas. Para os ensaios cerâmicos, realizados na UFPR-Usinas Piloto, utilizou-se corpos de prova de 6,0 x 2,0 x 0,5 cm, obtidos por prensagem a 200 kgf/cm².

Os corpos de prova foram queimados a 950°C, 1250°C e 1450°C, em atmosfera oxidante, em ciclos de queima de 8 a 10 horas, com velocidade constante de elevação de temperatura e permanência de 3 horas na temperatura mais elevada, resfriando naturalmente após o corte de fornecimento de energia.

Após a queima dos corpos de prova foram determinados a absorção de água, a porosidade aparente, a densidade aparente, a retração linear, o módulo de ruptura à flexão e a perda ao fogo.

As análises químicas foram realizadas no Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), pelos métodos convencionais por via úmida.

A análise de CTC foi realizada na Lorenzetti Porcelana Industrial Paraná, pelo método do azul de metileno.

Foram coletadas amostras numeradas pelo símbolo # de minérios que atualmente estão tendo usos em indústrias mais exigentes, como a da borracha e tintas, com a intenção de se confrontar os resultados com os demais resultados apresentados. Nestas amostras foi feita a caracterização química do material coletado com análises por Espectrometria de Plasma Induzido, análises mineralógicas (a partir de raios-x, perda ao fogo e resultados químicos), análises granulométricas (pelo sedígrafo, instrumento para análise de tamanho de partícula) e análises de cor pelo equipamento Minolta. As análises foram desenvolvidas no laboratório da Minerais do Paraná S. A. (MINEROPAR), empresa estadual da área de geologia do Governo do Paraná, e no laboratório ALS Chemex Inc., neste último por intermédio da Talc Luzenac América Inc. dos Estados Unidos.

Os estudos bibliográficos objetivaram o conhecimento dos trabalhos já realizados sobre o assunto em cada área de interesse. Efetuou-se um levantamento da bibliografia internacional sobre os diversos tipos de mineralização de talco nos diferentes ambientes geológicos. Foi efetuado também o levantamento dos

trabalhos prévios desenvolvidos na área do Distrito de Talco do Paraná. De posse destas informações foram estabelecidas comparações com os dados obtidos no levantamento de campo e laboratório do projeto de pesquisa no qual se insere esta dissertação de mestrado.

Foram tabuladas as informações de análises químicas, ensaios cerâmicos, análises mineralógicas por difração de raios-x, determinação de capacidade de troca de cátions

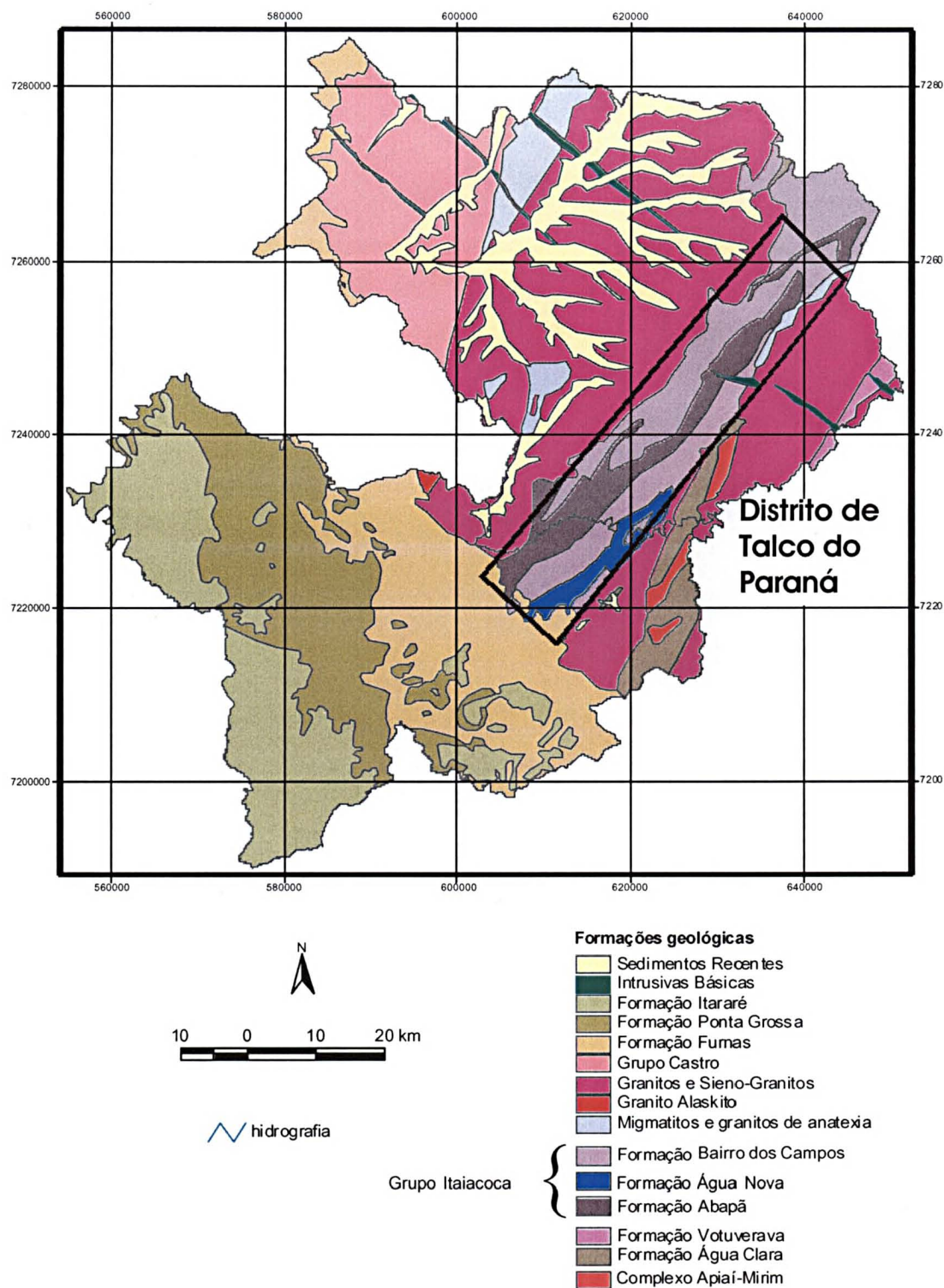
Foi calculado o teor do mineral talco presente nas amostras cujos resultados estão tabulados nesta dissertação. Utilizou-se o fator 3,134 para multiplicar pelo teor de MgO. Os resultados encontrados foram corrigidos utilizando-se a proporcionalidade de 63,36% como valor máximo para a SiO₂, 31,89% máximo para o MgO e 4,75% para a Perda ao Fogo (P.F.), valores teóricos da composição química do mineral talco.

Assim quando o valor da Perda ao Fogo era muito superior a 4,75% significa a presença de argilominerais ou carbonatos. Valores elevados de MgO acompanhados de alta P.F. significam a presença da carbonatos. A sílica superior a 63,36% indica a presença de areia, ou quando associada a valores elevados (próximos a 5%) de óxido de ferro e óxido de alumínio e também a uma Perda ao Fogo até superior a 8%, indicam a presença de argilominerais. Desta maneira, os valores calculados de talco a partir do óxido de magnésio eram corrigidos pelos outros valores.

3 – GEOLOGIA REGIONAL

O Grupo Itaiacoca é formado por rochas metassedimentares e metavulcânicas, que ocorrem no Primeiro Planalto do Paraná, nos municípios de Ponta Grossa e Castro. Estas rochas de dispõem com orientação NE-SW, entre os complexos graníticos Cunhaporanga e Três Córregos.

A localização do Distrito de Talco do Paraná, das rochas do Grupo Itaiacoca e dos complexos graníticos é mostrada na Figura 04.



Fonte: Mapa Geológico 1:650.000, Mineropar, 1989. Adaptado.

Figura 04: Mapa geológico do Distrito de Talco do Paraná.

As características geoquímicas e isotópicas das rochas dos complexos graníticos Cunhaporanga e Três Córregos sugerem que esses complexos sejam originários de dois mantos subcontinentais distintos, que constituíam diferentes placas continentais. Essas placas teriam sofrido uma colisão do tipo continente-continente durante o Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro), passando então a constituir uma única placa. A Faixa do Grupo Itaiacoca é a região que, ao ficar confinada entre dois arcos magmáticos, marca, na atualidade, o limite entre as duas massas continentais existentes no Mesoproterozóico (Reis Neto, 1994).

Reis Neto (1994), afirma que no caso de a “Bacia Itaiacoca” ter sido originada a partir de um sistema de grabens/horsts, que posteriormente evoluísse para um ambiente de margem continental do tipo passiva, tornaria plausível a possibilidade da existência no Paleoproterozóico de um único bloco continental, que posteriormente teria sofrido uma fragmentação.

Souza (1990), entretanto, considera que a “Bacia Itaiacoca” teria se implantado entre um continente a NW e um mar aberto a SE. As diferentes formações do Grupo Itaiacoca são típicas de uma plataforma carbonática sobre uma crosta do tipo continental, talvez adelgada.

Ainda a respeito deste tema, Souza (1990), propõe um modelo para a sedimentação do Grupo Itaiacoca, onde o primeiro estágio seria de rift continental, teria evoluído para uma margem continental do tipo Atlântico, com sedimentação de ambiente pouco profundo, na qual a polaridade da sedimentação comprovaria a existência de um continente a NW. Finalmente este autor afirma que a idade mínima para a sedimentação do Grupo Itaiacoca remonta ao Proterozóico inferior a médio.

Reis Neto (*op. cit.*) afirma que no Neoproterozóico, provavelmente, completou-se o processo distensional da bacia Itaiacoca e teve início o processo compressional, que ocasionou o fechamento de um oceano, envolvendo as rochas do Grupo Itaiacoca. Esse fechamento culminaria com o choque entre dois blocos continentais. Como consequência desses processos de amalgamação de duas placas continentais, durante o Ciclo Brasileiro, teria ocorrido a geração das rochas ígneas dos complexos granitóides.

Reis Neto (1994) afirma que a Orogênese Três Córregos foi a principal responsável pelo fechamento da Bacia Itaiacoca e Açungui, ocasionando, conseqüentemente, encurtamento crustal. Esse encurtamento pode ter sido responsável por uma fase importante de deformação dos grupos Itaiacoca e Açungui, que é interpretada como a responsável pelos grandes cavalgamentos, que atingiram indiscriminadamente as seqüências supracrustais.

Soares *et al.* (1987) em suas considerações sobre a gênese da Bacia Itaiacoca, afirma que os metassedimentos do Grupo Itaiacoca (mármore dolomíticos, quartzitos, filitos) e as rochas metavulcânicas ácidas e básicas representam uma variada mistura de fácies relacionadas ao rifteamento continental da crosta. O início da sedimentação estaria representado com sedimentos clásticos-grosseiros, que não estão preservados. O contínuo recuo das margens da bacia causariam a sedimentação dos mais diversos e finamente granulados materiais. Este estágio de desenvolvimento estaria representado pelos quartzitos e mármore. A origem da zona de abertura (falhas transcrustais) está marcada por simultâneas atividades vulcânicas e vulcanoclásticas de caráter ácido a básico, acompanhadas de sedimentação fina representada pelos filitos.

Este pacote vulcanossedimentar teria então sido submetido à compressão progressiva com transporte para leste ou sudeste sob a forma de falhamento de cavalgamento, e reempilhamento por imbricação tectônica. Nesta fase o metamorfismo que aconteceu foi fraco (zona da clorita).

Após o resfriamento regional, foram gerados blocos limitados por falhas de empurrão, a partir de um intenso evento rúptil, com compressão leste-oeste, sendo as dobras geradas do tipo não holomórficos semifechadas. As dobras podem ser observadas em diversas minas, como pode ser verificado na Figura 5.

Sucedeu-se ainda um último evento rúptil com distensão noroeste-sudeste e compressão nordeste-sudoeste, que gerou suaves ondulações com eixo WNW-ESE e falhas normais NE-SW. Após esta fase houve soerguimento, erosão e estabilização. Desenvolveu-se então o peneplano sobre o qual se depositou a Formação Furnas, no Eo-Devoniano.

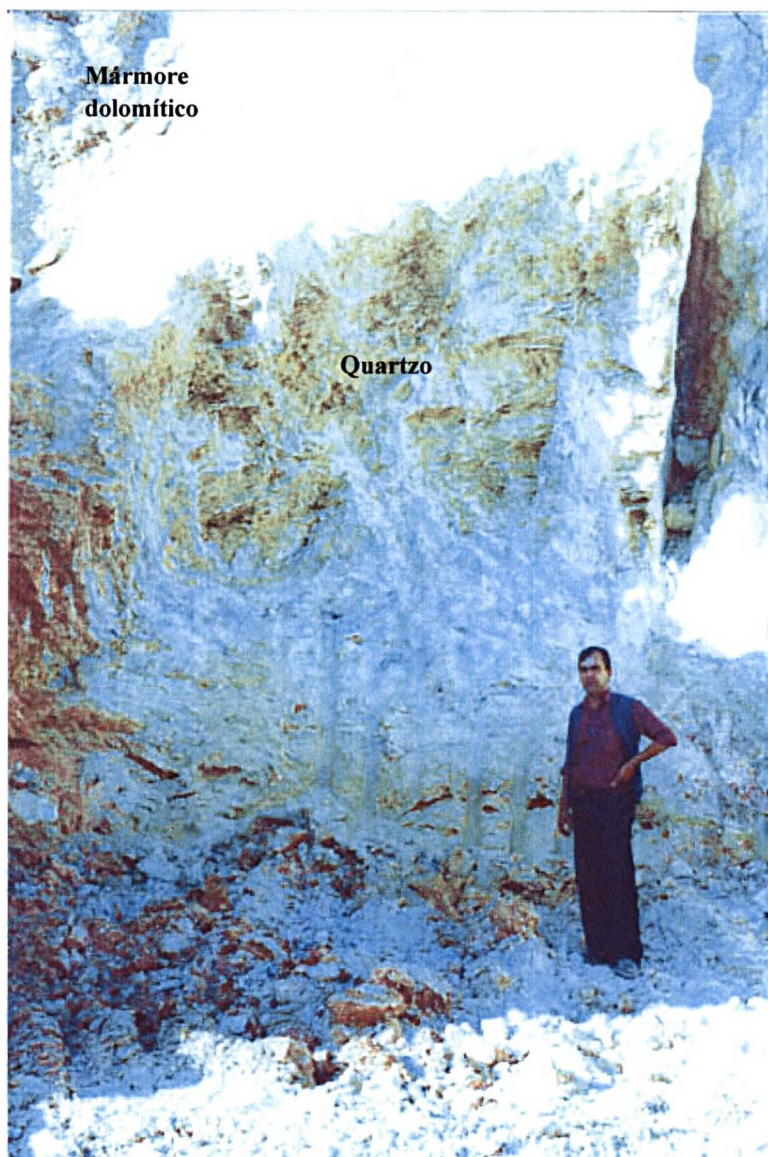


Figura 05: Mineralizações de quartzo com estrutura reticular que aparecem nas áreas de núcleos de dobras. (estas mineralizações apresentam também micro-estruturas com quartzo em contramoldes).

O Grupo Itaiacoca foi subdividido em diversas formações por diferentes autores. Na Tabela 2 apresenta-se uma coluna litoestratigráfica que sintetiza a compartimentação e empilhamento das diversas unidades.

A Formação Abapã ocorre na localidade homônima, no sul da região, estendendo-se em direção a Socavão. Esta unidade está constituída predominantemente por metarenitos arcóseos e metavulcânicas ácidas, consideradas como contemporâneas por Reis Neto (1994).

A Formação Abapã foi definida por Trein *et al.* (1985) como uma seqüência vulcanossedimentar até então considerada como pertencente, na época de sua descrição, à Formação Itaiacoca, mas com características litológicas e genéticas que justificariam a sua separação. Estes autores atribuem à seqüência o caráter calcio-alcálico, de tendência shoshonítica, originada a partir de magmatismo pericontinental, associado a uma zona de subducção.

A associação vulcano sedimentar descrita por Souza (1990), na área norte da Faixa Itaiacoca, onde predominam metarcósios e *meta-wakes* foi denominada de Formação Bairro da Estiva, enquanto que Reis Neto (1994) trabalhando ao sul, utilizou, por uma questão de precedência, referindo-se a Trein *et al.* (1985), a denominação de Formação Abapã para uma seqüência onde predominam as metavulcânicas sobre as metassedimentares e rochas metapiroclásticas associadas.

No trabalho de Lima (1993), o corpo de quartzito conhecido regionalmente como serra do Amola Faca, é colocado como pertencente à formação Abapã. Nos trabalhos executados posteriormente na região, os quartzitos foram considerados como pertencentes à formação Água Nova.

As rochas metabásicas intercaladas com filitos e mármore dolomíticos são denominadas por Souza (1990) de Formação Água Nova, enquanto que Reis Neto (1994) considera que rochas anfíbolíticas também intercaladas com metacarbonatos e filitos devam pertencer à Formação Água Clara de Marini (1967), Pontes (1982) e Fritzons *et al.* (1982). Portanto, Reis Neto não considera a existência da Formação Água Nova considerando a mesma como Formação Água Clara e inserindo-a no Grupo Itaiacoca, ainda que esta unidade tenha sido definida dentro da compartimentação dos Grupos Açungui e Setuva.

A formação Água Nova, denominação adotada neste trabalho, está constituída por uma associação de rochas, alinhadas segundo a direção NE, onde aparecem filitos avermelhados, talco xistos, talco-filitos, mármore dolomítico talcificados, talco maciço, talco lamelar e, ainda, metabasitos maciços e foliados, com características geológicas similares às unidades descritas por Souza (1990), na parte norte da Faixa Itaiacoca, no estado de São Paulo, como Formação Água Nova do Grupo Itaiacoca.

Propõe-se para a região do Distrito de Talco do Paraná a coluna estratigráfica esquematizada na Tabela 02.

A Formação Bairro dos Campos, definida por Souza (1990), estende-se entre as localidades de Itaiacoca e Abapã, na direção NE-SW, constituída por mármores dolomíticos, metapelitos e metapsamitos. Corresponde a formação Tanque Grande de Lima (1993).

Tabela 02: Estratigrafia adotada para a região do Distrito de Talco do Paraná.

UNIDADE		FORMAÇÕES	PRINCIPAIS ROCHAS
Complexo Cunhaporanga	Complexo Três Córregos		Rochas vulcânicas e subvulcânicas Rochas graníticas (sensu stricto) Rochas gnáissicas
Grupo Itaiacoca		F. Bairro dos Campos	Mármores dolomíticos (hospedeiros de depósitos de talco) mármores dolomíticos e subordinadamente filitos e metassiltitos.e metarenitos finos.
		F. Água Nova	Mármores dolomíticos (hospedeiros de depósitos de talco), filitos, rochas metabásicas intercaladas e quartzitos com termos pelíticos arenosos: sericita filitos e quartzo filitos.
		F. Abapã	Metarenitos e metarenitos feldspáticos com intercalação de metavulcânicas e metavulcanoclásticas

Fonte: Reis Neto (1994) modificado.

Ribas *et al.* (1999) descreveram de forma informal duas unidades que consideraram distintas daquelas pertencentes ao Grupo Itaiacoca. A Unidade Quilombo, uma unidade litológica composta por filitos areno micáceos, muito pouco deformados e metamorfisados. As rochas desta unidade representariam resto de teto do Complexo Granítico Três Córregos e rochas metacarbonáticas calcíticas indivisas, bastante deformadas e recristalizadas. E a Unidade Ribeirão da Cruz, caracterizada como distinta em relação às demais seqüências carbonatadas por suas características químicas com alto teor em CaO e pela total ausência de talcificação ou mineralizações associadas. Ocorre sotoposta à Unidade Quilombo e adjacente ao Complexo Granítico Três Córregos, o qual em alguns locais apresenta-se intrusivo nesta unidade, representado por diques de microgranito que cortam discordantemente a unidade carbonática.

Finalmente merecem ser citados os sedimentos quaternários, representados por aluviões em fundos de vales e regiões aplainadas.

A localização dos depósitos de talco dentro da coluna litoestratigráfica proposta para este trabalho está exibida na Figura 06.

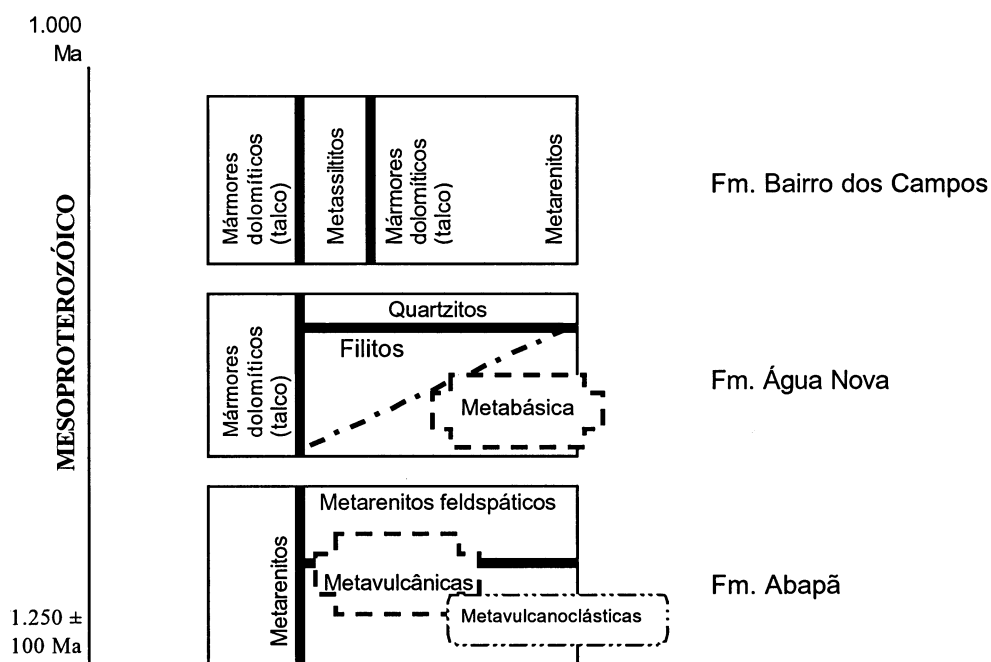


Figura 06: Coluna Estratigráfica do Distrito de Talco do Paraná.

A leitura do trabalho de Ribas *et al.* (1999) leva a concluir-se que a formação Água Nova é uma unidade alongada, direção NE, condicionada a falhamentos, sendo que os depósitos de talco estão posicionados em antiformes e sinformes. A formação Bairro dos Campos posicionada estratigraficamente acima da formação Água Nova tem uma maior exposição territorial e não está condicionada a grandes estruturas. No Capítulo 7, quando será feita a análise da diferença de lamelaridade, e conseqüente untuosidade, dos minérios de talco das áreas de Ponta Grossa e Castro, esta análise das diferenças entre estas formações geológicas será muito importante.

Na Tabela 03 estão correlacionadas as colunas estratigráficas de diversos autores que trabalharam no Grupo Itaiacoca.

Nas Figuras 07 e 08 estão mostrados os mapas geológicos das áreas de Ponta Grossa e Castro do Distrito de Talco do Paraná com a localização das principais minas.

Tabela 03: Diversas colunas lito-estratigráficas propostas para o Grupo Itaiacoca.

IPT-1985- Folhas Araçáiba / Barra do Chapéu	Trein <i>et al.</i> –1985 Abapã - Herval do Xaxim	Soares <i>et al.</i> – 1987 Regional	Theodorovicz e Câmara– 1988 Folhas Engenheiro Maia e Ribeirão Branco.	Souza - 1990 Folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde	Reis Neto –1994 Itaiacoca - Socavão	Ribas <i>et al.</i> –1999 Norte de Itaiacoca e Oeste de Socavão
Grupo Itaiacoca	Formação Itaiacoca	Complexo Itaiacoca	Grupo Itaiacoca	Grupo Itaiacoca	Grupo Itaiacoca	Grupo Itaiacoca
Seqüência:	Seqüência Carbonática	Associação:	Unidades:	Formações:	Formações:	Formações:
Química / Bioquímica (mármore- quartzitos)	(mármore, metassedimentos, quartzitos)	Metapelítica	Metapelitos, metarrilitos, metachert, metadolomitos.	Bairro dos Campos - unidades metacarbonática; carbonática arenosa e carbonática argilosa.	Bairro dos Campos - mármore dolomíticos, metassilitos, metabásicas.	Bairro dos Campos – mármore dolomíticos e subordinadamente filitos.
Intermediária (quartzitos-filitos)	Seqüência Abapã (metavulcânicas- metarcósios)	Metavulcânicas	Metavulcânicas básicas-ultrabásicas	Serra dos Macacos – unidade quartzítica	Serra dos Macacos - metarenitos e metassilitos	Água Nova - metadolomitos, filitos, metabásicas e quartzitos
Basal Psamo-Pelítica (filitos-quartzitos- dolomitos)		Metafeldspato arenito	Metavulcânicas dacíticas-andesíticas e piroclásticas	Água Nova - unidades metapelítica arenosa; metapelítica carbonática; metabasito Bairro das Almas e metapelítica- carbonática.	Água Clara – mármore, calciosilicáticas, xistos, anfíbolitos. Abapã - metarcósios, piroclásticas e metavulcânicas	Abapã - metavulcânicas, piroclásticas e metarcósios.
				Bairro da Estiva - unidade metapsamítica arcoseana/feldspática		

Fonte: Ribas et al. 1999, adaptada.

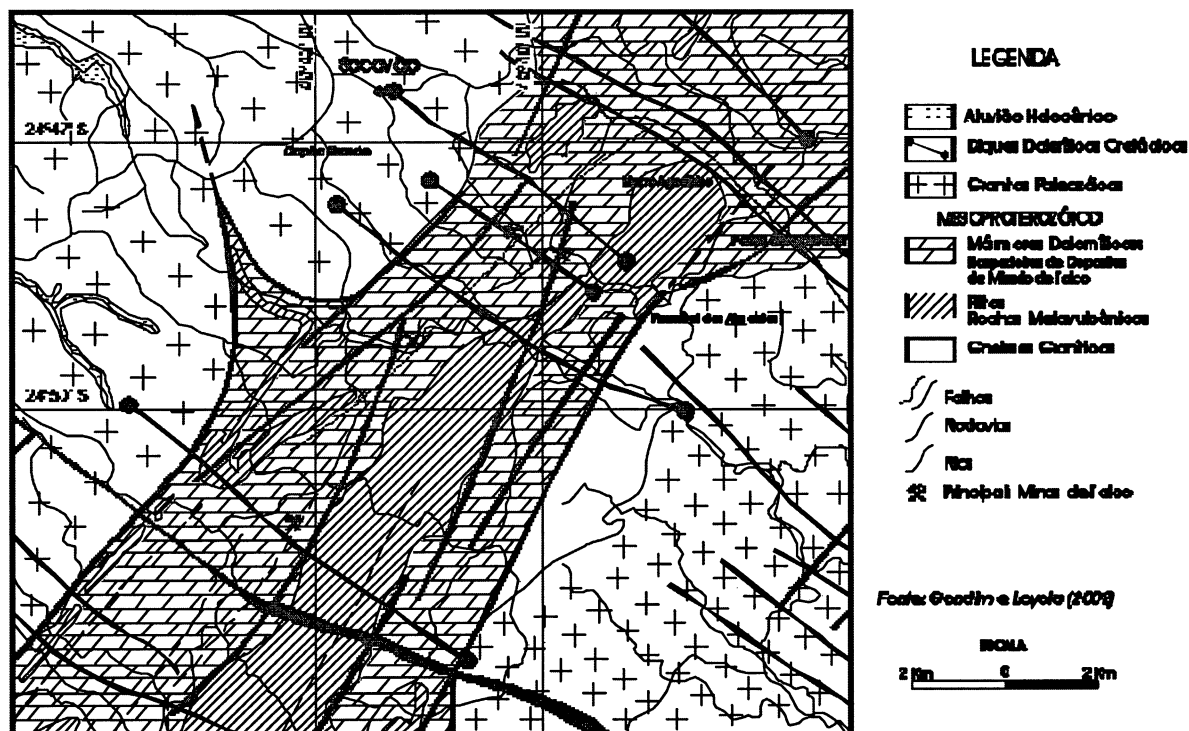


Figura 07: Mapa geológico com a localização das principais minas da área de Castro, Distrito de Talco do Paraná.

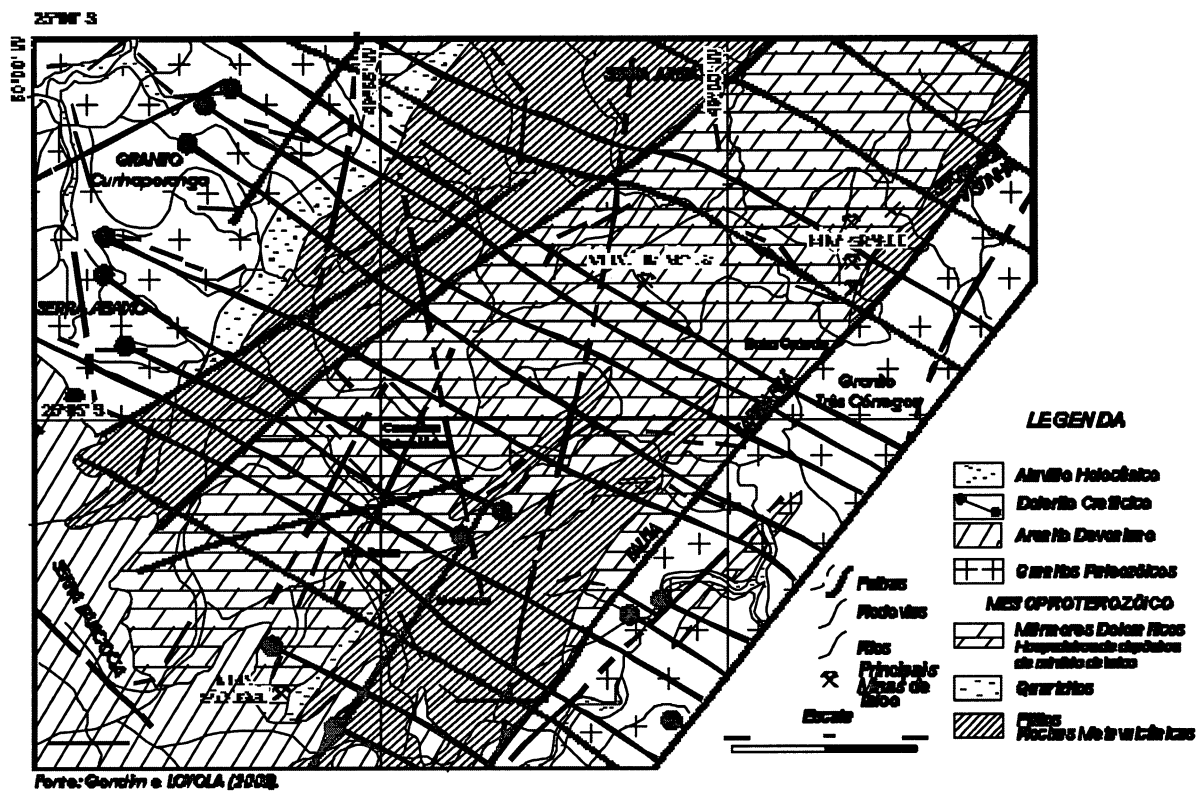


Figura 08: Mapa geológico com a localização das principais minas da área de Ponta Grossa, Distrito de Talco do Paraná.

4 – GEOLOGIA LOCAL

O trabalho de Ribas *et al.* (1999) indica que, na área de Ponta Grossa, o minério de talco é encontrado principalmente na formação Água Nova e secundariamente na formação Bairro dos Campos. Já na área de Castro, o minério de talco só é encontrado na formação Bairro dos Campos. A litologia hospedeira dos depósitos de talco em ambas as formações é o mármore dolomítico. Esta litologia e as demais que constituem o Distrito de Talco do Paraná estão descritas na seqüência deste capítulo.

4.1 - MÁRMORES DOLOMÍTICOS

Os mármore dolomíticos são rochas que formam relevo cárstico típico, apresentam cores que variam de branco a cinza claro, e quando alteradas podem apresentar aspecto arenoso e friável, conferido principalmente pela dissolução dos carbonatos.

As colorações destas rochas podem ser de tons esverdeados quando há a presença de clorita em sua constituição, tons rosa quando há a presença de rodocrosita e, variações de tons de cinza dependendo da maior ou menor presença de calcita. Quanto maior for a presença de calcita a coloração tende para o cinza escuro. Ocorre também uma alternância de níveis claros e escuros, onde neste caso os níveis mais escuros tem maior presença de sílica.

Apresentam-se estruturalmente maciças ou fortemente foliadas e cisalhadas. A foliação marcada pela presença de lâminas de talco que envolvem fragmentos estirados de dolomita conferindo um aspecto anastomosado. Muitas vezes os mármore dolomíticos apresentam faixas filonitizadas, as quais podem apresentar restos de mármore dolomíticos sob a forma de blocos irregulares, ainda preservados. Há faixas brechadas com blocos de até 50 cm imersos em uma matriz fina carbonatada. Muitas vezes as faixas apresentam-se silicificadas, com abundante mineralizações de quartzo em estrutura reticular, seguindo os planos de foliação e de fraturas.

Ribas et al. (1999) descrevem resultados petrográficos de mármore dolomíticos, os quais apresentam em algumas amostras mais de 90 % de carbonatos (dolomita + calcita), e subordinadamente calcita e quartzo, e em algumas áreas apresenta talco, serpentina, clorita, tremolita e pirita. Os carbonatos ocorrem como cristais equigranulares anédricos. A tremolita e o talco se dispõem concentrados em lâminas de até 3 cm de espessura, com os cristais orientados, definindo uma foliação ardosiana e em algumas áreas dobradas, caracterizando uma estrutura do tipo crenulação. A coexistência de tremolita, calcita/dolomita e talco, caracterizam um metamorfismo da fácies xisto-verde, zona da clorita/biotita.

Ribas et al. (1999) após observações em lâminas classificaram a rocha como um mármore dolomítico silicoso, em parte argiloso, que sob o efeito de um metamorfismo dinamotermal, desenvolveu as estruturas de crenulação. Correspondendo a um mármore dolomítico com talco e tremolita.

Os mármore dolomíticos representam a litologia predominante do Distrito de Talco do Paraná e representam a unidade litológica hospedeira dos depósitos econômicos de talco. Estas rochas apresentam cores que variam desde branco à cinza claro, eventualmente cinza escuro e muito raramente coloração rósea ou esverdeada. A granulometria varia desde muito fina até grosseira, dependendo do grau de recristalização dos carbonatos. Localmente apresenta calcita recristalizada em níveis preferenciais ou ainda cristais fibrosos de tremolita.

Nos locais onde atuaram os processos de talcificação, os mármore dolomíticos apresentam aspecto sedoso ao tato e coloração esverdeada. Localmente, apresentam uma maior presença de quartzo em sua constituição, tornando-os mais resistentes e com feições semelhantes aos quartzitos. O quartzo pode ainda apresentar-se sob a forma de veios irregulares com espessuras desde milimétricas a decimétricas.

As estruturas apresentadas pelos mármore dolomíticos referem-se principalmente ao bandamento, normalmente evidenciado por níveis mais silicosos, ou ainda por uma alternância simplesmente entre porções mais claras e mais escuras. Além do bandamento observam-se laminações plano paralelas que representam reflexos do acamamento sedimentar original. São comuns ainda outros

tipos de estruturas deposicionais tais como brechas sedimentares, e estratificações cruzadas.

Estruturas de origem orgânica estão representadas por estromatólitos, de formato cônico e concêntrico com diâmetro em torno de 20 cm. Muitas vezes estas estruturas não são reconhecíveis devido a deformações sofridas pelas rochas, mascarando as mesmas.

Ocorrem faixas de mármore dolomíticos silicosos que se apresentam muitas vezes bastante friáveis, os quais são denominados de *sapólio* pelos mineradores locais. A lixiviação dos carbonatos provoca uma concentração elevada de sílica residual com aspecto de quartzito friável.

Ocorrem também milonitos e brechas tectônicas, apresentando fragmentos de mármore dolomíticos preservados e silicificados. Foram observados níveis decimétricos intercalados nos mármore dolomíticos de uma rocha de aspecto filítico e coloração esverdeada a arroxeada, provavelmente de origem de cinzas vulcânicas descrita por Reis Neto (1994).

4.2 – METAVULCÂNICAS

Estas rochas apresentam uma grande variação composicional, ocorrendo desde rochas básicas até intermediárias e ácidas. É compostas por lavas e tufo, muitas vezes bem conservadas, tanto quanto ao metamorfismo quanto ao intemperismo.

As rochas metavulcânicas básicas têm ocorrência restrita e em sua maioria apresentam-se sob a forma de corpos estreitos (de 2 a 30 m) e alongados no sentido NE. Do ponto de vista litoestratigráfico elas se dispõem na base da Formação Abapã e também intercaladas em mármore dolomíticos da formação Água Nova

Ocorrem alguns corpos de rochas, de forma tabular, o maior deles estende-se por 17 km e com uma espessura de 200 m. O seu reconhecimento em campo é dificultado por estarem, estas rochas, na maioria das vezes bastante alteradas. Apresentam cores esverdeadas ou verdes amareladas, marrom avermelhadas,

quando alteradas, e verdes, cinzentas, levemente azuladas, quando frescas ou pouco alteradas. Apresentam textura bastante variada desde afanítica até fanerítica.

As metabásicas correspondem a metagabros; são na maioria das vezes maciças e isotrópicas, salvo próximo ao contato com filitos ou mármore dolomíticos, onde apresentam uma foliação proeminente e concordante com as encaixantes locais. Aham-se intensamente fraturadas, e, em alguns casos as fraturas estão preenchidas por óxidos de Mn, actinolita-tremolita e talco.

A coexistência de actinolita/tremolita, epidoto/zoisita, clorita e sericita, a partir de uma rocha básica, indica um metamorfismo da fácies xisto-verde, zona da clorita ou biotita. Finas zonas de cisalhamento ocasionaram a recristalização de clorita, epidoto/zoisita e actinolita/tremolita orientados, o que é indicativo de contemporaneidade entre o cisalhamento e o desenvolvimento de paragênese metamórfica, Ribas *et al.* (1999).

4.3 - FILITOS E METASSILTITOS

As rochas metapelíticas do Grupo Itaiacoca, presentes no Distrito de Talco do Paraná, ocorrem em alternância com os e mármore dolomíticos, anteriormente descritas. Foram observadas interdigitações com as metabásicas e quartzitos.

Estas rochas apresentam cores avermelhadas, amareladas podendo apresentar ainda, mais raramente, cores creme e verdes. Do ponto de vista granulométrico e mineralógico são relativamente homogêneas, podendo apresentar pequenas variações locais para termos mais arenosos ou então apresentar composição de filitos carbonatados, com cores esverdeadas.

A prática da pesquisa mineral e da mineração na região não levou a uma pesquisa mais detalhada a respeito da viabilidade da exploração destes corpos pela indústria cerâmica, quer seja sob a avaliação de características cerâmicas, químicas ou mineralógicas.

São constituídas por sericita, quartzo, biotita e clorita, localmente a grafita também faz parte da constituição desta rocha. Em alguns casos apresentam níveis concrecionais de óxido de ferro e nos termos mais carbonosos dolomita.

Pelas características de contato e associação com as rochas carbonatadas, podem ser interpretados como uma fácies distal, da mesma época de deposição que os carbonatos, sendo produtos de metamorfismo de rochas pelíticas depositadas em águas mais profundas, ou fácies lagunar ou de restinga.

Devido às diferenças observadas em campo, quando foliadas estas rochas são classificadas como filitos e quando maciças com fratura conchoidal são classificadas como metassiltitos.

Estas diferenças não tiveram implicação na análise dos depósitos de minério de talco.

4.4 – QUARTZITOS E METARENITOS

São rochas quartzíticas maciças bastante puras, constituídas quase exclusivamente por quartzo, apresentando cores que variam do amarelo até o branco. Texturalmente são bastante finas, estruturalmente maciças, algumas partes apresentam cristais estirados e foliação pouco pronunciada. Em alguns locais, os processos de recristalização foram muito intensos causando um aspecto de chert, com quartzo criptocristalino.

Os quartzitos apresentam escassas estruturas sedimentares primárias, representadas por laminações plano paralelas concordantes com a foliação metamórfica. Estas rochas fazem parte da seqüência da formação Água Nova constituída por mármore dolomíticos, filitos, metabásicas e quartzitos.

Em alguns locais encontram-se materiais arenosos não cristalizados e com cimentos feldspáticos e até carbonatados, que são interpretados como metarenitos.

Os metarenitos e metarcósios com intercalações de rochas de origem vulcânica, são características da formação Abapã, Reis Neto (1994).

Formam unidades mapeáveis quando intercalados com as metavulcânicas, lentes que não ultrapassam algumas dezenas de metros de espessura.

Próximas aos contatos com as rochas carbonáticas, em alguns locais do Distrito, ocorrem também ardósias verdes, constituídas por quartzo e clorita.

4.5 – COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS.

Este complexo foi denominado como Granito Três Córregos por Fuck (1966) e Muratori (1966), durante o mapeamento regional da Comissão da Carta Geológica do Paraná. Trata-se de um extenso batólito polidiapírico que cobre mais de 3.700 km², de Campo Largo ao Vale do Ribeira, ao longo de aproximadamente 150 km de extensão entrando no estado de São Paulo, com uma largura que varia de 10 a 30 km.

Uma revisão do seu significado tectônico e metalogenético foi efetuada por Hasui *et al.* (1984b), com base em reconhecimento regional, fotogeologia e análise dos estudos anteriores.

As rochas que constituem este complexo são gnáissicas e graníticas, sendo as gnáissicas características de serem pré a sin-tectônicas (658 Ma) e as graníticas tardi e pós-tectônicas (509 Ma), geradas a partir de uma fonte de composição química similar, Reis Neto (1994).

Como já descrito no capítulo da Geologia Regional, considera-se que a orogênese associada à intrusão deste corpo granítico foi a principal responsável pelo fechamento da Bacia Itaiacoca. E por uma fase importante de deformação das rochas do Grupo Itaiacoca, a da deformação geradora dos grandes cavalgamentos. Os depósitos de talco apresentam controle por falhas, já descrito por Lima (1993), Ribas *et al.* (1999) e Gondim (2001).

4.6 - COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA.

O Complexo Cunhaporanga é um extenso batólito, de dimensões similares ao Três Córregos, com mais ou menos 3.000 km², que fecha a borda ocidental do Embasamento Cristalino do Paraná. Está recoberto em parte pela Formação Furnas e pelo Grupo Castro. O Granito Cunhaporanga foi descrito originalmente por Oliveira (1927).

As rochas gnáissicas (pré a sin-tectônicas, 746 Ma), graníticas (tardi e pós-tectônicas, 617 Ma) e riolíticas (tardi e pós-tectônicas, 626 Ma), do Complexo Cunhaporanga, caracterizam rochas de composição cálcio-alcalinas e formadas em

um ambiente de arco vulcânico, possivelmente geradas de fonte similar, Reis Neto (1994).

De modo diferente do Três Córregos, entretanto, apresenta exposições escassas e requer a análise de dados indiretos e de subsuperfície para ter a sua geologia definida em detalhe. Guimarães (2000) descreve aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos do complexo Cunhaporanga.

Embora petrograficamente semelhante ao Três Córregos e separado em certos locais por apenas 5 km de rochas do Grupo Itaiacoca, há a zona de cisalhamento Itapirapuã entre ambos e são considerados unidades diferentes.

Lima (1993) considera que os complexos graníticos quando de sua intrusão serviram para aquecer fluídos de origem superficial, o que veio a ocasionar a formação de minério de talco de origem hidrotermal.

A orogênese do Complexo Cunhaporanga (considerada a primeira) foi datada entre 800-700 Ma e a do Três Córregos (a segunda) entre 700-600 Ma por Reis Neto (1994). A terceira orogênese, provavelmente a principal responsável pela formação das grandes falhas ocorreu entre 600 e 500 Ma.

Gondim (2001) considera que há três tipos de depósitos de talco no distrito do Paraná: Depósitos hidrotermais; Depósitos metamórficos; e Depósitos com mineralizações metamórficas e hidrotermais.

Os depósitos hidrotermais estariam associados ao aquecimento causado pelas intrusões graníticas.

O minério de talco do Grupo Itaiacoca foi formado também por processo metassomático em mármore dolomíticos, sobre o efeito de fluidos hidrotermais que carrearam Si e outros elementos.

O sistema hidrotermal ocorreu durante a intrusão dos complexos graníticos no Eo-paleozóico, Gondim e Loyola (2002).

4.7 - INTRUSIVAS BÁSICAS

Toda a área do Grupo Itaiacoca e dos complexos graníticos está recortada por um enxame de diques de micro-gabro de direção predominante N 40-60°W, de

idade cretácea relacionados com a reativação Wealdeniana de Almeida (1966) ou evento Sul-Atlântiano de Shobbenhaus e Campos (1984).

São diques que possuem espessuras que variam entre 05 e 200 metros e formam cristas alongadas no sentido NW, quando estão cortando os mármore dolomíticos e filitos. Estas cristas foram ressaltadas a partir de processos erosivos que atuaram sobre rochas encaixantes menos resistentes ao intemperismo e mais susceptíveis à erosão. Podem ocorrer como um único corpo alinhado ou então apresentar ramificações e apófises. Apresentam mergulhos verticais a subverticais, e, em alguns casos, mais suaves em torno de 60-50°, principalmente em se tratando de apófises.

Sua disposição no campo, quando as encaixantes são rochas carbonatadas, exibe formas de altos topográficos. Este fato propiciou a preservação dos depósitos de talco encaixados pelos mármore dolomíticos. Assim, as faixas de mármore dolomíticos adjacentes aos diques de micro-gabro representam alvos da exploração de depósitos de talco na região. São menos resistentes que os sedimentos areno vulcânicos da formação Abapã, mostrando-se como vales alongados.

Em afloramentos e amostras de mão tem coloração cinza esverdeada escura a preta. Sua textura é muito fina até grosseira. Ribas et al. (1999) em avaliação petrográfica as classificam como rochas ígneas básicas subvulcânicas, denominadas de micro-gabro.

4.8 - ALUVIÕES RECENTES.

Ocorrem sob a forma de unidades normalmente alongadas no sentido das drenagens, balizadas pelos altos sustentados pelos diques de micro-gabro.

O material aluvionar está constituído por sedimentos inconsolidados compostos por cascalhos grosseiros de rochas diversas, areias e argilas.

5 - DISTRITOS DE TALCO DO BRASIL E DO MUNDO

5.1 - CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS NO PARANÁ.

Depósitos de talco de importância econômica ocorrem a partir de rochas sedimentares, especialmente dolomitos, que tenham sido transformadas por metamorfismo regional e também em rochas ígneas ultramáficas serpentinizadas. Talco e comumente serpentina, surgem nos últimos estágios de retrometamorfismo, com a queda de temperatura e a liberação de calcita e CO₂. Harben e Bates (1990). Gondim e Loyola (2002).

Simandl e Paradisl (2001) descrevem as principais características dos depósitos de talco originados pela ação do metamorfismo sobre rochas dolomíticas, como é o caso dos minérios do Grupo Itaíco, os quais integram o Distrito de Talco do Paraná. São depósitos lenticulares ou foliares, concordantes com os mármores dolomíticos adjacentes. A fácies metamórfica corresponde a xistos verde. Estes depósitos estreitam-se e alargam-se, com dimensões que variam de 2 a 20 metros de espessura por até centenas de metros de comprimento.

Pseudomorfos da tremolita, ou da serpentina (ver Figura 09), constituídos por talco de retrometamorfismo são comuns em depósitos que se formaram depois do pico de metamorfismo. Em temperaturas de formação mais elevadas houve a formação da serpentina. Com o decréscimo da temperatura formou-se o talco pseudomorfo da serpentina. Esta característica foram também identificadas nos depósitos de minério de talco do Distrito do Paraná.

Harben e Bates (1990) afirmam que o metamorfismo de contato de camadas dolomíticas durante as intrusões graníticas tem produzido corpos cisalhados de talco de alta pureza. Locais favoráveis à formação de talco incluem contatos ígneos-sedimentares, falhas e zonas onde houve cisalhamento.

Neubauer (2001) afirma que o talco formado a partir de dolomitos é o que apresenta maior importância econômica. Este tipo de depósito de talco está associado com carbonatos onde o talco constitui 10-50 % da paragênese modal mineral. Nos depósitos o talco é enriquecido para 80-99 de percentagem modal,

sendo considerado minério puro. Feições de talco branco, da mina São José, Distrito do Paraná, considerado puro, pode ser observado na Figura 09.

Para explicar o motivo pelo qual acontece este enriquecimento de bolsões de talco, Neubauer (*op. cit.*) indica que sendo o talco um mineral com resistência mecânica extremamente baixa, as zonas ricas em talco atuam como horizontes de deslizamento durante a deformação regional. O talco branco considerado de maior pureza pode ser observado na Figura 10.

Neubauer (2001) conclui que a deformação por cisalhamento é pré-requisito na gênese de corpos de talco puro. Os principais corpos de talco de alta pureza tendem a ocorrer ao longo de zonas de distensão escalonadas e em faixas isoladas de falhas anastomosadas. Estas são controladas pelas irregularidades da geometria das rochas regionais

Sugere-se que os bolsões de talco puro nos depósitos do Distrito de Talco do Paraná, foram enriquecidos por processo similar ao sugerido por Neubauer (2001). Ou seja, a concentração da paragênese modal mineral do mineral talco próxima a 100% da composição de alguns minérios do Distrito de Talco do Paraná deve ter sido causada por processos semelhantes aos descritos por este autor.

A presença percentual do mineral talco nos minérios analisados neste trabalho pode ser confirmada na observação dos gráficos do capítulo 8.



Figura 09: Minérios foliares, encontrados em contato com mármore dolomíticos, são conhecidos comercialmente como minério tipo serpentina, como os da mina Grande, área de Ponta Grossa, presentes nesta foto. Porém não há ocorrência deste mineral de forma abundante.



Figura 10: Bolsão de talco branco de alta pureza. Mina São José, Município de Ponta Grossas, área sul do Distrito de Talco do Paraná.

5.2 - DEPÓSITOS NO MUNDO.

As reservas mais abundantes de minério de talco no mundo são originários do metamorfismo que atuou sobre rochas ultramáficas. Porém a maior produção decorre da lavra de minas cujo minério originou-se do metamorfismo e hidrotermalismo sobre rochas dolomíticas, posto que são os minérios que apresentam maior pureza, Piniaskiewicz *et al.* (1994).

Estes mesmos autores afirmam ainda que os minérios formados a partir da serpentinização de rochas máficas e de origem metamórfica sobre arenitos silicosos ou rochas talco-carbonatadas têm menor importância comercial.

Na Tabela 04, a seguir, estão listadas as produções dos principais países produtores de minério de talco do mundo. Há discrepâncias nos valores em função da maneira como é feita a estatística da produção de minério de talco, geralmente informando em conjunto com a produção de pirofilita e de esteatito. Para a pirofilita que é um mineral, ocorre a mesma situação semelhante a utilização da denominação talco, como já foi mencionado anteriormente, ou seja o termo refere-se ao mineral pirofilita e a rochas e minérios compostos principalmente por este mineral. Isto leva a que, por exemplo, em algumas publicações o Japão e a Coreia do Sul apareçam como grandes produtores mundiais de talco, quando isto não corresponde a realidade.

Tabela 04: Principais países produtores de minério de talco..

Países produtores	1999* (em 10³ t)	2002** (em 10³ t)
China	3.500	3.600
Estados Unidos	925	775
Coréia do Sul	880	45 (1.100 de pirofilita)
Japão	580	45 (626 de pirofilita)
Finlândia	508	± 450***
Índia	450	485****
Brasil	430	300
França	370	350
Rússia	220	100
Austrália	150	180
Produção Mundial	8.936	6.330*****

Fontes: * Weber (2002), não há distinção na produção de alguns países para o que é minério de talco, pirofilita ou esteatito, ** Virta (2003). *** Não houve informação em 2002, o valor é o de 2000. **** produção somada de talco e esteatito. ***** Neste valor estão somados 4.360 000 t não especificados, podendo ser minério de talco, esteatito ou pirofilita.

Os tipos de depósitos de minério de talco, de acordo com a rocha que o originou, Luzenac (2002b), são classificados em quatro tipos:

- 1) Minério de talco resultante da transformação de carbonatos (dolomita e magnesita) na presença de sílica. Estas rochas forneceram o magnésio *in situ* necessário para formar o mineral, enquanto a sílica foi fornecida pela circulação hidrotermal. Desta reação resulta um minério de talco, o qual, dependendo da composição da rocha mãe, é mineralogicamente puro ou associado com minerais como dolomita, calcita, siderita, quartzo e clorita. Estes depósitos são responsáveis por cerca de 60% da produção mundial. Bons exemplos de jazidas deste modelo são as de Montana (EUA), Respina (Espanha) e as do Distrito de Talco do Paraná (Brasil). Há depósitos de talco associados a depósitos de

magnesita descritos em diversos países, destacando-se os da Rússia e China.

- 2) Cerca de 20% da produção mundial vem das minas cujos depósitos apresentam minérios formados a partir da transformação de serpentinitos. Este tipo de minério é geralmente chamado de pedra-sabão e sempre tem a coloração acinzentada devido a impurezas. São depósitos relativamente comuns em cinturões de rochas ultramáficas. Exemplos de depósitos deste tipo são os de Vermont (EUA), Quebec e Ontário (Canadá), Brasil (MG) e Finlândia.
- 3) Depósitos originários da transformação de rochas silicosas como o quartzito, que é fonte da sílica necessária para a transformação. O magnésio é trazido pelo transporte de fluidos hidrotermais. Estes depósitos, como os dos Pirineus franceses, podem estar associados com os depósitos do primeiro tipo. Estes depósitos representam cerca de 10% da produção mundial.
- 4) Depósitos derivados de rochas magnesianas sedimentares. Não são explotados depósitos deste tipo atualmente. Este tipo é citado apenas para completar o quadro teórico das origens do mineral talco. Neste tipo, o talco ocorre associado a muitas impurezas como quartzo, mica, argilas diversas, matéria orgânica e óxidos e hidróxidos de ferro.

Harben e Bates (1990) descrevem alguns dos depósitos dos Estados Unidos e Canadá. Os depósitos do Texas (Estados Unidos) ocorrem em uma seqüência de mármore com corpos tabulares e intercalações de rochas vulcânicas. A gênese dos depósitos apresenta duas hipóteses: Metamorfismo regional sobre rochas dolomíticas (equivalente ao que aconteceu no Distrito de Talco do Paraná) e tufos-magnesianos; Alteração hidrotermal de magnesita sedimentar.

Em Nova York (Estados Unidos) um dolomito silicoso foi metamorfozizado para tremolita sob severas condições de metamorfismo dinâmico. O talco, e também a antofilita e serpentina, formaram-se mais tarde sob condições de metamorfismo

retrógrado e queda da temperatura. O minério é considerado talco tremolítico com no máximo 40% do mineral talco em sua constituição.

No Canadá, em uma das áreas de maior produção de talco, Madoc, Toronto, a rocha regional é um mármore dolomítico com alguns corpos de tremolita, talco-mica-xisto e quartzito. Houve remobilização de dolomitos por soluções ricas em sílica oriundas de granitos próximos (situação bastante semelhante ao Paraná). Em outra área, Penhorwood Township, Ontário, o talco ocorre associado a riolitos calcio-alcálinos, tufos dacíticos e tufos de lápilli.

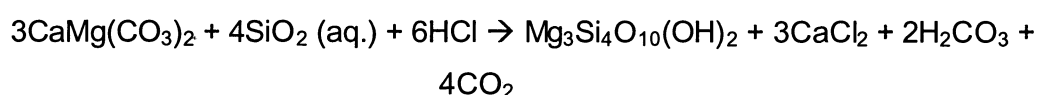
Brady *et. al.* (2002) descrevem os depósitos de Montana (Estados Unidos). A mineração de talco naquele estado é econômica devido a alta pureza do minério (quase 100% de mineral talco) e pelo tamanho dos depósitos, condicionados ao longo de falhas por centenas de metros, confinados estratigraficamente em mármore. A teoria da formação dos depósitos é que foram formados mármore calcítico pelo metamorfismo que atingiu a fácies anfibolito. Devido ao aparecimento de falhas e a intrusão de um enxame de diques de basalto, teve esta bacia a crosta adelgada, permitindo a transgressão do oceano pela margem continental. As águas salgadas penetraram por falhas até a profundidade de 5 a 10 km, onde a temperatura variava entre 250°C e 350°C. O aquecimento deu condições para a circulação da água salgada até próximo da superfície. Esta circulação teria sido influenciada pelas falhas, dobras e o contato entre mármore e o gnaisse. Com o contato da água do mar e o mármore calcítico, este foi primeiramente dolomitizado e posteriormente talcificado. No contato da água aquecida com o gnaisse quartzo feldspático, o feldspato se alterou para muscovita e posteriormente para clorita.

Os depósitos de Sardenha, Itália, foram formados durante os eventos metamórficos contemporâneos com o processo de intrusão das rochas granitóides. Estão posicionados em *roof pendants* constituídos por micaxistos e mármore calcítico e dolomítico recristalizados, Fiori e Grillo (2002).

Grecula *et. al.* (2000) descrevem os depósitos de talco da Eslováquia como sendo formados a partir de magnesita pré-existent. Na área de Dlhá dolina são dois os tipos de minério existentes: intergranulares preenchendo cavidades na

magnesita e em veios e lentes, com espessura entre 4 e 8 metros, são minérios maciços de coloração verde-clara, cinza e cinza escura, considerados de excepcional qualidade. Já os depósitos de Mútnik são em forma de lentes de talco-magnesita e corpos individuais de talco-clorita xistos.

Prochaska (2000) descreve os depósitos de Lassing, na Áustria. Para a formação dos mesmos algumas condições foram importantes: protólitos dolomíticos e tectonismo; transporte hidrotermal e mobilização de vários elementos, principalmente Si; além de condições apropriadas de pressão e temperatura para a formação do talco, que ocorreu pela reação:



A remoção de CO_2 e o fornecimento de H_2O ao longo de fraturas são também condicionantes deste modelo proposto.

Os depósitos de talco da Rússia, são classificados por alguns autores, conforme descrevem Nasedkim *et. al.* (2000), em quatro tipos: metassomatismo de contato associado a dolomitos; metassomatismo de contato associado a rochas ultrabásicas; metamórficos e; residuais associados a crostas de intemperismo. Outros autores russos classificam os depósitos de talco em apenas dois tipos: de metamorfismo regional e residuais de crosta de intemperismo. Para estes últimos, o processo de metassomatismo de contato ocorreu durante o metamorfismo regional em locais restritos.

Os depósitos na Rússia tem larga distribuição nos Urais e na Sibéria. Os depósitos associados a rochas carbonatadas silicosas são os maiores. O minério ocorre ao longo dos contatos entre mármore dolomítico ou magnesita e rochas silicosas, como em Kirgiteiskoe, ao longo do contato entre mármore dolomítico e *clay slates*. Em Onotskoe o contato é entre magnesita e serpentinito e, em Shabrovskoe, os depósitos são característicos da associação com rochas ultrabásicas.

Jiang e Jiang (2000) descrevem os depósitos de talco da China, que estão associados a magnesita, formada por processos sedimentares. A atividade hidrotermal substituiu a mineralização sinsedimentar para formar o talco e os

depósitos de magnesita, sendo que o magnésio originou-se dos estratos de magnesita e a sílica dos fluidos hidrotermais.

Os depósitos de talco de Paquistão ocorrem em corpos irregulares ao longo de estratos em mármore dolomíticos e também em veios ao longo de planos de fraturas, Ahmad (2000).

Os depósitos de talco da Argentina não estão em exploração, foram formados por processos hidrotermais sobre serpentinitos e xistos anfíbolíticos (Mendoza e San Juan) e sobre serpentinitos (Precordillera), Guerstein (2000).

Em Puebla de Lillo, Espanha, segundo Tornos e Spiro (2002), os depósitos de talco estão hospedados em mármore dolomíticos, que por processos hidrotermais substituíram calcários calcíticos. Estão adjuntos a corpos de quartzitos. As mineralizações estão localizadas em estruturas extensionais adjacentes a uma grande falha. Estas estruturas agiram como condutos de grande quantidade de fluidos hidrotermais, trazendo salmoura rica em Mg e Si, que reagiu com rochas carbonáticas, produzindo a dolomitização e posterior talcificação. Houve formação de talco em vez de mármore dolomíticos devido ao aumento de temperatura dos fluidos causada pela intrusões ígneas próximas às falhas.

Segundo Harben e Bates (1990), os depósitos de Trimouns, na França, se encontram em áreas de falha de cavalgamento, sendo a rocha hospedeira um mármore dolomítico bandado, com alternância de camadas de mármore dolomítico e camadas de clorita, talco e pirita. A zona de talco tem uma alternância irregular de camadas, sendo um clorita-talco xisto (70 a 90% de clorita e 10 a 30% de talco).

A maior parte das ocorrências de talco-magnesita da Finlândia encontra-se na porção ocidental do país, associados a *greenstone belts* ou a cinturões de xistos proterozóicos, Niemela (2001). Em um dos maiores depósitos, o de Lahnaslampi, o minério é formado por talco (40-60 %) e magnesita-breunerita (40-60 %). O minério originou-se a partir da serpentinização de ultramafitos. Em Horsmanaho encontra-se em uma seqüência de rochas que inclui: serpentinito, talco-magnesita, talco-xisto, *skarn*, quartzito, xisto preto e mica xisto. O minério desta região contém 50 a 70% de talco e o restante de magnesita e dolomita. Os demais depósitos do país estão

associados também a serpentinitos e constituídos por uma mistura de talco e magnesita.

Na Austrália, Piniaskiewicz *et al.* (1994), os minérios de talco são originados de mármore dolomíticos, em situações onde há também a presença de quartzitos, quartzo-muscovita-clorita xisto (Mount Seabrook).

Nos grandes depósitos da Índia, como em Rajasthan, Piniaskiewicz *op. cit.* afirma que o minério de talco é minerado no contato entre mármore dolomíticos e diques de rochas básicas. Segundo Prasannkuman e Kumar (2001), os depósitos de minério de talco estão associados com seqüências metassedimentares contendo mármore dolomíticos, em um metamorfismo de baixo a médio grau.

Os minérios de talco do Japão, segundo Hirano e Togashi (2001), foram formados pelo metassomatismo em serpentinitos. São classificados em 3 categorias: minérios constituídos principalmente por talco; minérios compostos por talco e carbonatos e; depósitos formados principalmente por outros minerais e não o talco. As rochas originais são serpentinitos e rochas máficas.

No estado do Paraná há produção de talco registrada em Bocaiúva do Sul. O minério é geneticamente formado de maneira semelhante ao minério do Distrito de Talco do Paraná, a partir de metamorfismo sobre mármore dolomíticos. Em Piên, sul do estado do Paraná, o talco é formado a partir da alteração metamórfica regional de rochas máficas e ultramáficas, porém sem características apropriadas para o aproveitamento econômico, Lara Filho *et al.* (1997).

Em São Paulo as jazidas de talco ocorrem em dois ambientes distintos: em Itararé e Rio Branco o ambiente geológico é semelhante ao do Distrito de Talco do Paraná; em Cananéia e Jacupiranga ocorre associado micaxistos regionais encaixados em corpos lenticulares de corpos anfibolíticos.

Em Minas Gerais, Nova Lima, ocorrem as maiores reservas do país, na forma de esteatito, associadas a reservas de serpentinito. Em Ouro Preto e Ouro Branco, as famosas jazidas de pedra sabão ocorrem associadas a rochas ultrabásicas serpentinizadas, encaixadas em gnaisses, xistos e migmatitos do embasamento.

Na Bahia, Serra das Éguas, o talco ocorre, em condições econômicas, associado às jazidas de magnesita. Encontra-se nas formas maciça e lamelar, condicionada a extensas zonas de falhas em veios e/ou bolsões irregulares. As litologias associadas às jazidas de minério de talco são de mármore magnesítico e metaultrabasitas. Em Casa Nova está associado aos tremolita-actinolita-xistos e aos anfibolitos, metabasitas e metaultrabasitas, Lara Filho *et al.* (1997).

6 – CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ

Para um melhor entendimento dos depósitos do Distrito de Talco do Paraná, este capítulo foi subdividido em três itens: gênese dos depósitos, controle e posicionamento espacial dos depósitos e características dos minérios.

6.1 - CONTROLE E POSICIONAMENTO ESPACIAL DOS DEPÓSITOS

Os jazimentos do Distrito de Talco do Paraná ocorrem sob a forma de bolsões encaixados nas rochas metassedimentares, estando relacionados à falhas e normalmente justapostos a diques básicos e intermediários, Araújo *et al.* (1987).

Efetivamente, os depósitos de talco deste distrito, na sua maioria, encontram-se encaixada em mármore dolomíticos e apresentam-se forma de bolsões irregulares, mas há também depósitos estratiformes (concordantes) e filoneanos (discordantes com relação a S_0 e S_1). Sendo S_0 referente as estruturas sedimentares primárias (acamadamento sedimentar) e S_1 referente as estruturas deformacionais paralelas a S_0 .

Os diques de micro-gabro sustentam as rochas carbonáticas detentoras dos depósitos de talco, protegendo-as da erosão, mantendo os depósitos em posições topográficas favoráveis aos métodos de lavra empregados pelos mineradores da região, favorecendo o decapeamento e aterros, mantendo a frente de lavra acima dos níveis freáticos, eliminando desta maneira os problemas com o acúmulo de

água. Os depósitos que se formaram afastados dos diques foram erodidos, dando lugar aos atuais vales. Alguns pequenos diques são encontrados nas minas e alteram a qualidade do minério de talco devido ao incremento dos teores de ferro, exemplo deste fato pode ser observado na Figura 11.

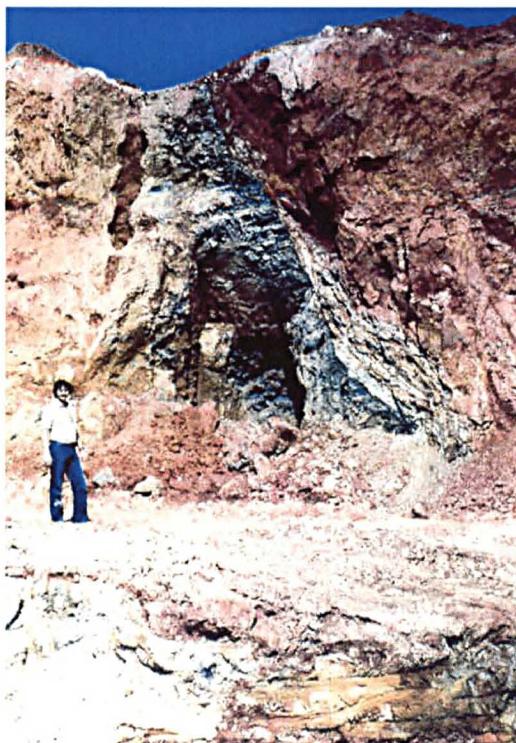


Figura 11: Dique de micro-gabro que penetrou por um plano de fraqueza, contato entre quartzito à esquerda e talco coluvionar à direita. Nota-se a diferenciação do material talco em contato com o dique. Antiga mina Giraldi em Ponta Grossa.

Lima (1993) descreve que em função de que os diques serem mais jovens que os depósitos de talco, considerou inviável que estes diques tenham gerado estes depósitos.

De fato, em quase todas as minas do Distrito de Talco do Paraná, percebe-se que os diques intrudiram e cortaram os depósitos de talco.

Nos vales atuais do Distrito é possível a ocorrência de talco. Como estes depósitos estariam em situações topográficas desfavoráveis para a prática da lavra em comparação com as minas atuais e antigas, lavradas em meia encosta e, também pelo fato de que a cobertura de solo estéril sobre estes possíveis

depoósitos seriam mais espessas, não foram realizadas sondagem exploratórias para comprovar a presença, ou não, do minério de talco.

Os diques de micro-gabro são controles morfológicos dos depósitos de talco, e na região representam importantes guias de exploração (Gondim, 2001).

Em todo o Distrito de Talco do Paraná os corpos mineralizados estão condicionados geologicamente a linhas de falhas, alinhando os depósitos na direção nordeste como pode ser observado na Figura 12, e também há orientação de direção noroeste.



Figura 12: Lineamento preferencial das minas segundo direção NE das falhas. Foto na área de Castro.

Os bolsões associados às falhas de caráter transcorrente, alinhados segundo a direção nordeste, apresentam maior expressão volumétrica principalmente no setor sudoeste do Distrito, área de Ponta Grossa. Enquanto os depósitos do setor nordeste, área de Castro, possuem menores volumes, porém uma maior frequência na distribuição espacial NE, Gondim e Loyola (2002). É bastante comum a concentração de minério de talco por fenômeno de transporte coluvionar, no amplo manto de intemperismo que apresentam as rochas encaixantes. Na Figura 13 podem ser observadas as feições de uma frente de lavra típica da área de Castro onde é possível observar o minério coluvionar.



Figura 13: Frente de lavra típica da área de Castro. Observam-se concentrações de caráter coluviionar de minério de talco.

Nesta última área foram contabilizados, no trabalho de Ribas et al. (1999), 50 depósitos com dimensões médias de 128m de extensão por 47m de largura, enquanto que na área de Ponta Grossa encontram-se apenas 29 depósitos com dimensões médias de 235 por 62 metros.

Os depósitos de talco alongados na direção NE apresentam aproximadamente trezentos metros de comprimento, duzentos metros de largura e cem metros de profundidade. Geralmente os corpos de talco são concordantes com as estruturas dos mármorees dolomíticos, mas apresentam alguns veios discordantes de remobilização metamórfica e origem hidrotermal.

Gondim e Loyola (2002) estabeleceram os controles dos depósitos do Distrito de Talco do Paraná como segue:

- a) Controle litológico : mármorees dolomíticos;
- b) Controle estrutural: sistema de falhamentos NE;
- c) Controle morfológico: diques doleríticos (direção NW, mergulho vertical) e quartzitos (direção NE, mergulho subvertical).

Gondim (2002) descreve da seguinte forma os depósitos do Distrito de Talco do Paraná: as mineralizações de talco estão geralmente in situ, formadas por processos metamórficos e hidrotermais, mas existem alguns depósitos que

apresentam concentração de materiais alóctones, ver Figuras 14 e 15. Estes materiais foram remobilizados por dissolução cárstica e/ou transporte coluvionar. Os corpos de talco metamórfico são concordantes com o trend regional NE das estruturas sedimentares e metamórficas.



Figura 14: Mina Grande, em Ponta Grossa, Paraná. Observa-se o minério de talco laminado e deformado contornando o corpo de mármore dolomítico. Trata-se de minério do tipo hidrotermal.

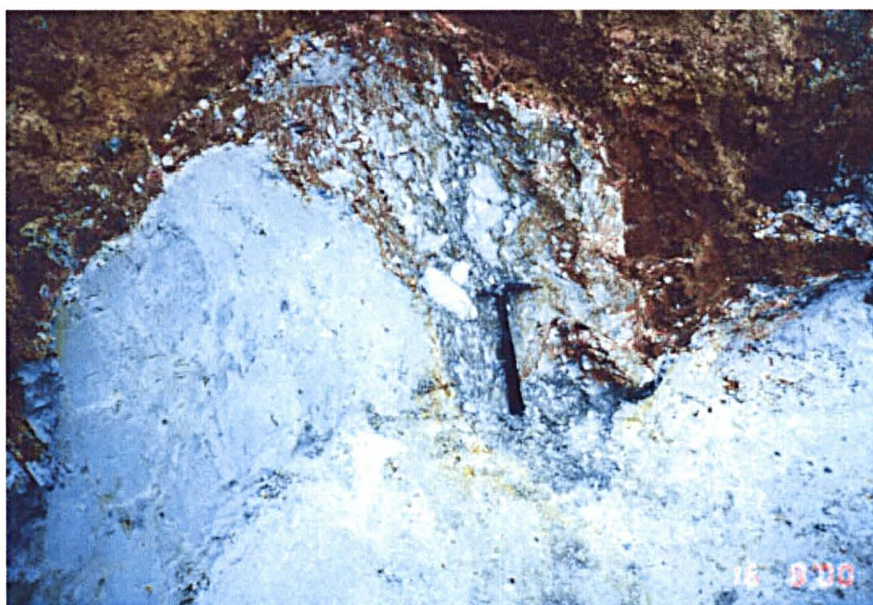


Figura 15. Minério de talco maciço (metamórfico) ao lado de talco brechado por processo cárstico. Afloramento próximo a contato com micro-gabro alterado.

Ribas *et al.* (1999) afirmam que as mineralizações principais do Distrito de Talco do Paraná são concordantes com a foliação metamórfica S_1 . Este fato foi confirmado durante as pesquisas desta dissertação. Observa-se enriquecimento lateral em direção ao plano axial das grandes estruturas indicando uma remobilização de talco para as zonas de alívio, geradas durante a evolução deformacional das rochas deste grupo.

Os depósitos de talco hidrotermais são também concordantes com as estruturas NE. Mas, são encontrados alguns corpos discordantes em pequenos veios.

6.2 – GÊNESE DOS DEPÓSITOS

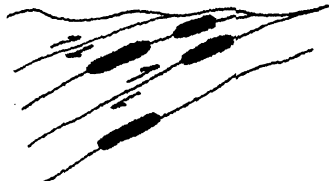
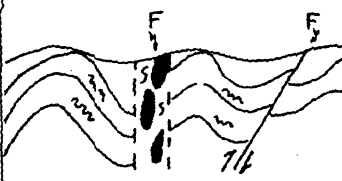
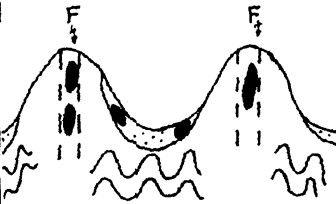
Loyola (1987b) sugere que os minérios de talco do Grupo Itaiacoca originam-se por processo de metamorfismo e hidrotermal, a partir de soluções ricas em Si sobre os calcários dolomíticos. Estas soluções percolaram zonas de fraqueza que controlam os corpos de metabasitos e os diques de micro-gabro.

Lima (1993) propõe dois eventos formadores de depósitos de talco e uma terceira fase, que apenas retrabalhou os depósitos originais. A seqüência dos eventos encontra-se ilustrada na Figura 16.

O primeiro evento está relacionado ao metamorfismo e ao cavalgamento que atingiu as rochas preexistentes, gerando o talco foliado e concordante com a xistosidade regional predominante.

O segundo evento formou o talco hidrotermal, relacionado a fluidos hidrotermais, que percolaram os lineamentos nordeste. Os fluídos teriam sido derivados dos Granitos Três Córregos e Cunhaporanga, corpos intrusivos que se dispõem respectivamente a NE e SW do Grupo Itaiacoca.

O terceiro episódio, ou terceira fase, refere-se à erosão dos depósitos originais, depositando-se sob a forma de colúvios, brechas de preenchimento de cavidades cársticas e eventualmente em camadas.

PROTEROZÓICO SUPERIOR CENOZÓICO		
750 - 650 m.a.	550 m.a.	< 2,5 m.a.
- metamorfismo - cavalgante	- transcorrência - empurrão / dobramento - <i>granitogênese</i>	- erosão - sedimentação
"Talco Metamórfico"	"Talco Hidrotermal"	"Talco Retrabalhado"
- talcificação metamórfica e concentração nos planos principais de cizalhamento	- talcificação dos planos de falhas e faturas - deformação do talco metamórfico	- erosão dos depósitos primários e sedimentação dos depósitos de talco retrabalhado - "estratiforme" - "cárstico" - "coluvionar"
		

Fonte: Lima (1992).

Figura 16 Quadro esquemático mostrando a evolução das mineralizações de talco da região Itaiacoca / Abapã.

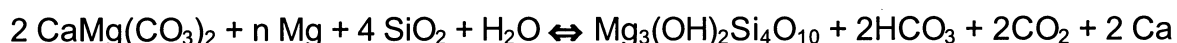
Ribas *et al.* (1999) fizeram uma análise abrangente de diversas hipóteses possíveis para a origem das mineralizações de talco, que são reproduzidas a seguir:

- Depósitos ligados ao metamorfismo e depósitos ligados à alteração superficial. O primeiro subdividido em "stratabound" disseminado, "stratabound" lenticular e filoneano. O segundo consiste em: sedimentar cárstico, sedimentar coluvionar e supergênico.
- A formação do talco metamórfico provavelmente deu-se em função da reação dos mármore dolomíticos com a sílica em regiões fraturadas que possibilitaram a circulação da água e do CO₂, sob a ação de temperaturas entre 350°C e 450°C, segundo a reação: $3\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + 4\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}_3(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10} + 3\text{CaCO}_3 + 3\text{CO}_2$, originando o talco stratabound dos tipos disseminado e lenticular.
- O talco supergênico é derivado da alteração dos dolomitos talcificados, com a lixiviação dos carbonatos, e conseqüente enriquecimento do minério.

- Nas ocorrências do tipo cárstico, o talco foi transportado e depositado em cavidades e depressões cársticas desenvolvidas sobre os mármore dolomíticos.
- Nas ocorrências coluvionares o talco foi depositado em bacias, associado a outros sedimentos argilosos e fragmentos de rochas diversas.

Gondim (2000a) se refere aos processos de gênese hidrotermal e metamórfica do minério de talco do Distrito do Paraná.

Gondim e Loyola (2002) descrevem depósitos de talco formados por processos hidrotermais onde as soluções ricas em SiO_2 reagem com rochas carbonatadas formando talco de acordo com uma das seguintes equações:



De acordo com as hipóteses propostas, as mineralizações são produtos do metamorfismo de sedimentos ricos em magnésio (mármore dolomíticos, magnesitas e serpentinitos) ou de dolomitos submetidos a hidrotermalismo metamórfico, com posterior remobilização e reprecipitação sob a forma de filões.

O magnésio da segunda equação é originário da salmoura, como o que foi descrito nos depósitos de Montana e Puebla de Lillo, capítulo 5.

Do retrabalhamento destes depósitos originaram-se os depósitos secundários sedimentares e supergênicos.

As fraturas representam fator importante na gênese dos depósitos de talco hidrotermais. Estas estruturas possibilitam que os fluidos hidrotermais circulem pela rocha, criando uma interação que facilita as reações químicas que originam os depósitos de talco.

Nos trabalhos de pesquisa desta dissertação foram identificados dois processos genéticos que deram origem ao minério do Distrito de Talco do Paraná: metamorfismo regional dínamo-termal e hidrotermalismo.

Existem três tipos de depósitos de talco com minério *in situ*:

1. Depósitos cujo minério foi gerado pelo metamorfismo regional dínamo-termal.
2. Depósitos cujo minério foi formado por hidrotermalismo associado aos granitos como fonte térmica.
3. Depósitos com ambos tipos de minério.

Existem dois tipos de depósitos constituídos por minério alóctone:

1. Depósitos com minério remobilizado por processos cársticos.
2. Depósitos com minério remobilizado por processo coluvionar.

Deve ser analisado também a possibilidade de serem acrescentados aos processos genéticos do minério de talco do Distrito do Paraná os elementos identificados em Puebla de Lillo e Montana, descritos no Capítulo 5. Ou seja, o metamorfismo e hidrotermalismo sobre calcários calcíticos formando mármore dolomíticos inicialmente e, na seqüência do processo, o minério de talco. O agente hidrotermal seria uma salmoura rica em Si e Mg, que teria sido aquecida pela intrusão dos batólitos graníticos. Este acréscimo a teoria genética do minério do Distrito de Talco do Paraná não descarteria a conclusão acima, apenas tenta explicar de uma forma mais completa todas as etapas dos processos que originaram os minérios.

6.3 - CARACTERÍSTICAS DOS MINÉRIOS

Os meios utilizados para classificar o minério pelos mineradores são baseados na cor *in natura*, cor após queima e pelo teor de MgO presente.

Araujo *et al.* (1987) diferenciaram, dentro da Faixa Itaiacoca, seus dois extremos (nordeste e sudoeste) de acordo com o tipo de minério de talco minerado. Na região sudoeste da área, dos distritos de Abapã e Itaiacoca, área que denominamos neste trabalho como área de Ponta Grossa por se encontrar em sua maior parte neste município, os minérios de talco são predominantemente lamelares e conseqüentemente untuosos ao tato

Na área nordeste, denominada área de Castro, os minérios de talco são pulverulentos e pouco untuosos ao tato.

Loyola (1987b) descreveu as diferenças nas qualidades do minério em diversas localidades do Distrito de Talco do Paraná. O autor usou como referência a constituição mineralógica, a sensação ao tato (untuosidade), aspectos visuais, resultados analíticos químicos e de raios-x para descrever cinco diferentes regiões: Com estes parâmetros foram agrupadas as minas que apresentavam minérios de talco com características semelhantes.

1. Porção sul da área Ponta Grossa, com importantes zonas de talco puro e untuoso;

2. Porção oeste da área Ponta Grossa, com a presença de clorita e montmorillonita e talco pulverulento

3. Porção leste da área Ponta Grossa, onde são encontradas tremolita e clorita, e talco pulverulento

4. Porção norte da área Ponta Grossa, no qual o talco é pulverulento, os depósitos acompanham a direção das rochas metavulcânicas e falhas regionais, ocorrem mineralizações de serpentina

5. Área de Castro, onde os minérios de talco são quimicamente mais puros, pulverulentos, porém com baixa untuosidade ao tato.

Nas minas do Distrito de Talco do Paraná encontram-se diversos tipos de minério, de coloração branca, creme e rosa, que variam de acordo com a presença de outros minerais e da paragênese do minério.

As principais impurezas são fragmentos de mármore dolomítico, clorita, tremolita, sericita, quartzo e pirita. Os óxidos de ferro, secundários, são também impurezas importantes dos minérios. Os minérios são maciços e pulverulentos. Os minérios apresentam-se quase sempre lamelares, os minérios pulverulentos chegam a formar blocos que, porém, desagregam-se facilmente.

Na região também se encontram mármore dolomíticos com minerais de talco disseminados. Apresentam produtos minerados para uso cerâmico.

Há minérios do Distrito de Talco do Paraná microcristalinos (partículas arredondadas, as quais são aglomeradas em cristais individualizados) e macrocristalinos (partículas lamelares que são macrocristais elementares).

As características dos minérios coletados pelo autor na década de 1980 são características da maioria dos minérios encontrados no Distrito de Talco do Paraná e estão listadas a seguir:

- LL-52 - Talco branco, maciço, desagrega facilmente em placas, pouco plástico, untuoso ao tato. CTC 0,4. Mina São José, distrito de Itaiacoca, em Ponta.
- LL-58 - Talco rosa, com manchas brancas e rosa escuro, ocorre na forma maciça e friável, pouco plástico, untuoso ao tato. CTC 0,6. Mina Antunes, distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-60 - Talco creme, maciço, desagrega em placas, pouco plástico, bastante untuosos. CTC 0,3. Mina Antunes, distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-61 - Talco creme-claro, maciço, pouco plástico, pouco untuoso. CTC 1,0. Mina Manoel, distrito de Socavão, Castro.
- LL-62 - Talco branco, friável, plástico, pouco untuoso. CTC 1,9. Mna Malvinas, distrito de Socavão, Castro.
- LL-67 - Talco rosa-claro, maciço e friável, desagrega facilmente, plástico. CTC 6,2. Mina Pinheiro 4, distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-68 - Talco rosa escuro, forma maciça e friável, desagrega facilmente, plástico. CTC 11,2. Mina Pinheiro 4, distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-74 - Talco amarelo, friável, plástico,, untuoso ao tato. CTC 0,7. Mina Pocinho, distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-83 - Talco creme, friável, plástico, com poucas impurezas de quartzo. CTC 8,2. Mina Itacal no distrito de Abapã, Castro.
- LL-85 - Talco rosa, friável, pouco plástico, com impurezas de quartzo. CTC 8,9. Mina Itacal no distrito de Abapã, Castro.
- LL-88 - Talco castanho, com vênulos marrom e pontos brancos, maciço, desagrega facilmente, plástico, untuoso ao tato, com impurezas de calcário dolomítico. CTC 0,7. Mina Lourenço, distrito de Abapã, Castro.
- LL-90 - Talco creme claro, maciço, desagrega facilmente em placas, bastante untuoso. CTC 0,7. Mina Geral, distrito de Abapã, Castro.
- LL-91 - Talco rosa escuro, maciço, plástico, untuoso ao tato. CTC 5,5. Mina Bento, Distrito de Abapã, Castro.
- LL-93 - Talco creme, maciço, plástico, untuoso ao tato. CTC 5,0. Mina Canhada II, distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-100 - Talco branco, desagrega facilmente, pouco plástico, pouco untuoso. CTC 2,1. Mina Barra ou Moura. distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-104 - Talco branco, maciço, pouco plástico, pouco untuoso ao tato. CTC 1,6. Mina Flor, distrito de Socavão, Castro.

- LL-108 - Talco creme, com vênulos amarelo escuro, maciço, desagrega facilmente, plástico. CTC 1,5. Mina Prudente, distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa.
- LL-110 - Talco rosa escuro, com faixas brancas e amarelas, apresenta xistosidade, maciço, desagrega facilmente, plástico, untuoso ao tato. CTC 1,2. Mina 4, distrito de Abapã.
- LL-111 - Talco creme, maciço, desagrega facilmente em placas, plástico, untuoso ao tato. CTC 2,7. Mina 3, distrito de Abapã, Castro.
- LL-113 - Talco creme, friável, pouco plástico. CTC 1,3. Mina C-1, distrito de Socavão, Castro.
- LL-114 - Talco branco, friável, plástico, untuoso ao tato. CTC 4,8. Mina F-5, distrito de Socavão, Castro.
- LL-117 - Talco branco, friável, plástico. CTC 5,0. Mina 05, distrito de Socavão, Castro.
- LL- 119 - Talco rosa, com manchas brancas, friável, plástico. CTC 1,9. Mina Itajara de Socavão, distrito de Socavão, Castro.

As manchas descritas referem-se ao aspecto visual do minério. As amostras com manchas apresentam fragmentos e concentrações de talco de coloração diferente da matriz talcosa. Ou seja, são minérios com a coloração geral rosa e fragmentos de talco branco na massa, ou talco branco com fragmentos, ou fraturas preenchidas por talco de outra coloração.

7 – USO INDUSTRIAL DOS MINÉRIOS DE TALCO.

Os diferentes tipos de minério de talco apresentam diferentes características referentes aos seguintes parâmetros:

- Composição mineralógica;
- Composição química,
- Coloração (a cru e após calcinação);
- Brilho e alvura,
- Morfologia das partículas (forma, granulometria, grau de cristalinidade e rugosidade).

As diferentes colorações do talco são causadas pela morfologia cristalina e presença de elementos traço (C, Cu, Fe, Co, Mo, Cr, Pb, etc).

A diversidade de tipos de minério de talco indica que há grande variação na associação mineralógica, resultando em variadas composições químicas e, também, em heterogeneidade de granulometria e de formas de partículas.

As diferenças de cristalinidade do minério de talco são atribuídas a diversidade de pressão de metamorfismo (Luzenac, 2002b). A pressão envolvente seja na época da transformação metamórfica ou posteriormente, determina o grau de lamelaridade do minério (baixa pressão determina baixa lamelaridade, alta pressão produz alta lamelaridade), Eurotalc (2002).

De acordo com o que foi escrito no Capítulo 4, Geologia Local, conclui-se que os minérios de talco da formação Água Nova tem maior lamelaridade e untuosidade, e aqueles minérios da formação Bairro dos Campos tem menor lamelaridade. Devido a isso, os minérios da área Ponta Grossa na formação Água Nova são mais untuosos ao tato. Como a maior parte dos depósitos da área de Ponta Grossa estão nesta formação, conclui-se que de uma maneira geral os minérios da área de Ponta Grossa tem maior lamelaridade e conseqüentemente maior untuosidade.

O tamanho de uma lamela individual de talco pode variar de aproximadamente um micron até mais de cem micra, dependendo das condições de gênese do minério. A dimensão individual de uma lamela determina a lamelaridade do minério de talco: o talco de maior lamelaridade apresenta lamelas de maiores dimensões, será por conseqüência mais untuoso ao tato, enquanto o talco microcristalino possui lamelas muito pequenas, apresentando aspecto poroso, Eurotalc (2002).

Na lamela individual do mineral talco, uma fatia de MgCOH_2 é intercalada entre duas de SiO_4 . O conjunto forma uma macromolécula planar. A superfície basal não contém grupos de OH ou íons ativos, tornando o talco hidrofóbico e inerte. Não há ligações covalentes ou iônicas entre as camadas, então elas deslizam facilmente uma contra a outra, tornando o talco o mais macio dos minerais e explicam a baixa

dureza do mineral e o excelente poder de lubrificação. A estrutura do mineral talco está exposta na Figura 17.

O grau de lamelaridade varia com o processo de cominuição industrial e a origem geológica do minério original.

O minério de talco, no processo industrial, geralmente é processado em moinhos de cilindro, de bolas ou de martelo, da mais fina a mais grossa. Dependendo da granulometria requerida de moagem, alguns moinhos têm aeroseparadores agregados para se obter uma melhor classificação, eliminando-se as partículas mais grossas. Dois parâmetros são importantes na caracterização comercial: tamanho médio da partícula e o maior tamanho.

A flotação é indicada para eliminar quantidades excessivas de carbonatos, sendo estas exigências de algumas indústrias. Na Tabela 05 são apresentadas as especificações vinculadas aos tipos comerciais de minério de talco dentro dos diversos setores industriais.

Os minerais acessórios presentes no minério de talco, especificamente alguns silicatos podem impor ao talco composição química e propriedades favoráveis a determinados empregos industriais. O talco com clorita, por exemplo, é considerado o melhor minério para ser utilizado na fabricação de porcelanas elétricas, como as das velas de ignição de automóveis.

Na indústria cerâmica o minério de talco é utilizado na fabricação de azulejos, pisos, isolantes elétricos, porcelana doméstica, louça, refratários, fritas e vidrados.

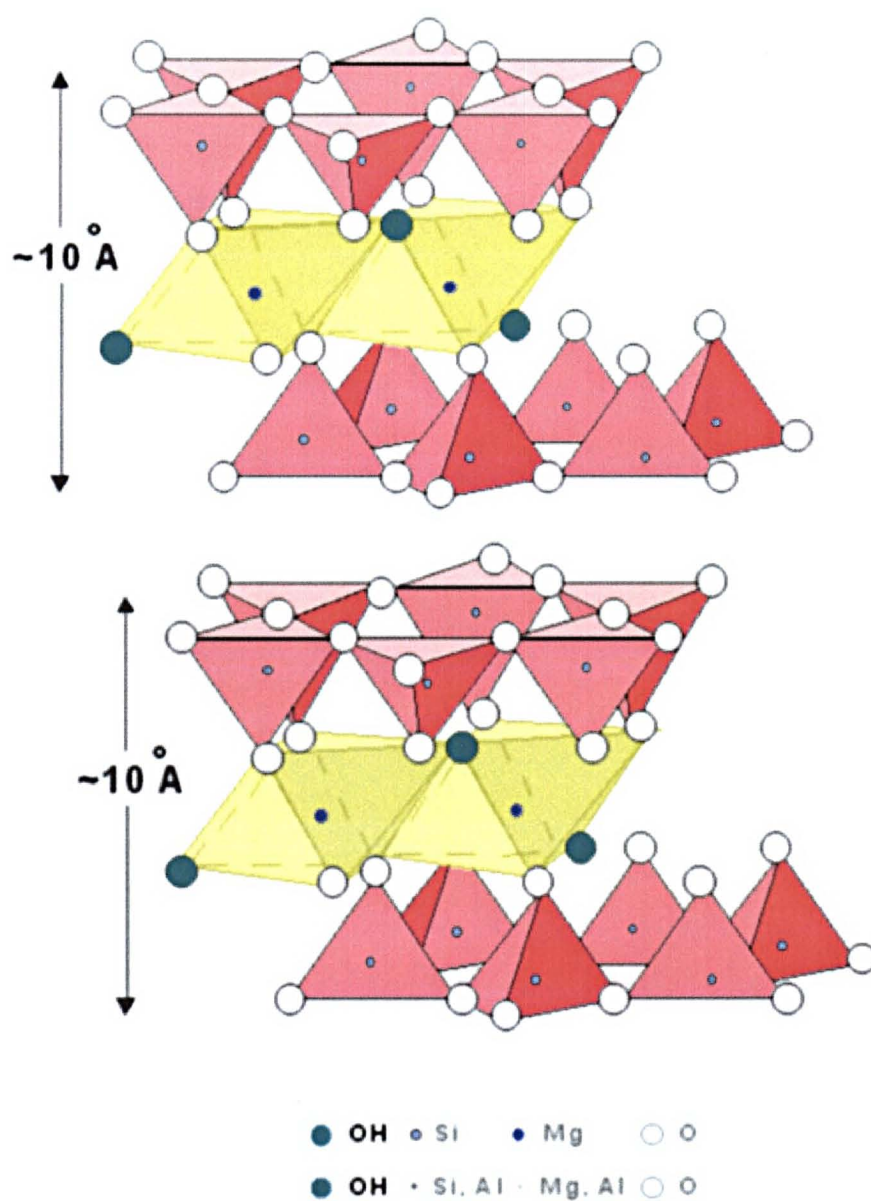


Figura 17 Representação esquemática mostrando as lamelas individuais do mineral talco. Fonte: Eurotalc (2002).

Tabela 05: Principais usos e especificações do produto talco.

Aplicações	Granulometria	Composição Química	Alvura	Mineralogia	Outras especificações
Tinta (espalhador)	100% < 200# 98,5% < 325#	SiO ₂ + MgO 75% Al ₂ O ₃ 2% H ₂ O + MV 1% PF 7%	65 -90 GEG	Partículas lamelares	Baixa absorção de água.
Tinta (pigmento)		Mgo - 24 a 32% SiO ₂ - 50 a 65% CaO + SiO ₂ 88% Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ 6% PF 7% H ₂ O 1%	65 -90 GEG	Partículas fibrosas (tremolítico)	
Cosméticos	99,6% < 325#	PF - 3 a 8% Pb < 20 ppm Fe ₂ O ₃ < 0,75% Sol. Ac < 2% Sol. H ₂ O < 0,2 pH - 6,5 a 9,5 As < 3ppm % Sol. CaO < 1,5	85 - 92 GEG	sem tremolita sem carbonatos	Substâncias solúveis em ácidos < 2%.
Papel	98,8 a 99,9 % < 325#	CaCO ₃ < 4% Fe ₂ O ₃ 2% MgO - 30,7 a 31,7% SiO ₂ - 47,4 a 58,2% CaO - 0,3 a 1% PF - 6,9 a 20,3% Al ₂ O ₃ - 0,4 a 1%	77 - 87 GEG	partículas lamelares	Baixa abrasão. Boa dispersão.
Ração animas				> 85% talco	
Tratamento de esgoto	Específica e controlada				
Inseticida	90% < 325#	pH < 8			
Telhados	Ao redor de 80 mesh				resistência ao fogo e intemperismo
Cerâmica	97% v 325# 100% < 200#	Fe ₂ O ₃ 1,5% CaO 1,55 Al ₂ O ₃ 4%		Minerais não talcosos, máximo 5 a 10% Pede-se talco com clorita para refratários.	Composição química uniforme. Teor de Mg para a função de fluxo.
Têxteis	Não deve conter resíduos arenosos				
Plásticos		Baixo ferro. Quimicamente inerte.	Exige-se minério branco.	Partículas lamelares.	Baixa resistividade elétrica e abrasividade. Controle de densidade específica.
Borracha	99% < 325#	SiO ₂ - 60 a 63% MgO - 26 a 33% Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ 2% Mn < 0,01% Cu < 0,002%			

Fontes: Almeida (1991), Luzenac (2002a) e .Eurotalc (2002).

O principal uso do minério de talco em plásticos verifica-se na fabricação de compostos de polipropileno (PP), os quais são aplicados em peças automotivas e utensílios de utilidade doméstica. O talco é particularmente eficiente no aumento da rigidez e da temperatura de distorção pelo calor.

A clorita presente no minério de talco irá baixar a estabilidade térmica de longa duração e acelerar o envelhecimento natural do produto PP.

Impurezas oriundas da mineração podem cobrir partículas escuras e defeitos que podem trazer problemas particularmente nas características visuais do PP. O tingimento do PP difere em função do tipo de talco usado.

Quanto à pureza, alguns elementos e compostos comuns em minérios de talco são importantes para avaliar sua possível utilização na fabricação de plásticos: dióxido de manganês como forte oxidante; óxidos de cobre, níquel e ferro que causam depolimerização e degradação do polímero; óxidos de vanádio que atuam como catalisadores de reações de degradação do polímero; impurezas solúveis e reativas que diminuem a resistência química e mecânica do plástico.

As diferenças entre minério de talco microcristalino e macrocristalino determinam a ação reforçante do talco em PP.

Alta lamelaridade do talco usado em PP significa: alta resistência (a ação reforçante); alta temperatura de deflexão térmica; alta estabilidade dimensional (baixo trincamento, baixo coeficiente de expansão térmica). A ação reforçante do minério de talco também é útil na fabricação da borracha.

As propriedades organofílicas do talco são usadas benéficamente em um grande número de aplicações, por exemplo, ajuda o PP a se cristalizar.

Na fabricação do papel, o talco é também usado para o *pitch control*, ou seja, adsorver as indesejáveis gotículas de impurezas orgânicas da polpa.

Em alguns países, devido às propriedades adsorventes do talco, ele é utilizado no tratamento de esgoto pelo método de ativação, o qual consiste em adicionar o minério de talco nas células das estações de tratamento de esgoto (ETE). No processo de tratamento o minério facilita a aglomeração das partículas de matéria orgânica e sua conseqüente sedimentação.

De acordo com Ciullo e Anderson (2002), o uso do talco com tremolita é considerado mais vantajoso para aplicações em *coatings*, principalmente para fabricação de tintas, pois tem maior dureza e alcalinidade, ampla variedade de tamanho e forma de partículas, uma maior hidrofilidade, o que resulta em menor absorção de óleo, facilidade de dispersão, menor contribuição à viscosidade, melhor coloração no óleo e cobertura a seco, e incrementa consideravelmente a resistência à corrosão e à lavagem.

O talco lamelar é usado na indústria de tintas tanto como carga como pigmento.

Na indústria de cosméticos as três principais características exigidas do minério de talco são a brancura, a pureza e a untuosidade.

7.1 - USINA PILOTO – UM CASO HISTÓRICO

No final da década de 80 o CETEM, Centro de Tecnologia Mineral, após ter realizado estudos em escala de bancada nos seus laboratórios no Rio de Janeiro, continuou a estudar a possibilidade de beneficiamento de minérios do Distrito de Talco do Paraná, visando principalmente o uso posterior para *coating* na indústria do papel. Os estudos foram realizados em unidade projetada, montada e operada em Ponta Grossa no período de maio a outubro de 1989.

A unidade piloto utilizada nos estudos do CETEM possuía a capacidade de processar cerca de 100 kg/h de talco e era composta basicamente das operações de moagem, classificação, deslamagem, condicionamento, flotação, espessamento e filtração.

Os resultados obtidos mostraram que o processo de flotação é recomendado para a obtenção de talco mais nobre, para usos em tinta e papel, conforme apresentado na Tabela 06.

Tabela 06: Tipos de talco submetidos a flotação pela Usina Piloto do CETEM.

EMPRESA	TIPO DE TALCO	ALIMENTAÇÃO		SAÍDA		RECUPERAÇÃO (MASSA – TALCO)
		ALVURA	MgO	ALVURA	MgO	
COSTALCO	Rosa	68	27,2	82	29,4	57,7 – 62
KLABIN	Creme Claro	68,5	26,2	87,6	31,4	22 – 26,4
KLABIN	Rosa Claro	63	27	84,5	31,4	35,3 – 41
GIRALDI	Rosa	63,5	28,2	82,7	30,4	30,6 – 33
PARANAENSE	Creme	65	30,6	87	31,6	63,1 – 65
VIOLANI	Cinza	67	29,4	81,4	31	29,6 – 31
ITAIACOCA	ITA-2	67,6	19,8	79	28,4	36,7 – 53
ITAIACOCA	ITA-3	59,4	23,8	69,1	28,2	42,2 - 50

Fonte: Talco do Paraná – Flotação em Usina Piloto – CETEM/CNPq – 1990

O processo de flotação mais indicado deve usar reagentes constituídos por querosene (coletor), flotanol ou óleo de pinho (espumante), silicato de sódio (depressor) e soda cáustica (modulador de pH).

Os minérios de talco estudados e lavrados à época da pesquisa eram submetidos a beneficiamento mais simples, o qual incidia apenas moagem, sendo comercializados, assim *in natura*, em sua maior parte para utilização principalmente na indústria cerâmica.

A flotação agregaria ao produto um valor de 4 a 10 vezes o remunerado pelo seguimento cerâmico, sendo possível de ser vendido à indústria do papel.

Naquela oportunidade, porém, após os estudos de bancada, considerou-se que minérios mais impuros para atingir a qualidade desejada para a indústria do papel teriam que receber uma quantidade bem maior de reagentes e tempo de permanência nas células de flotação, sendo que se teria menor produtividade, pois haveria uma quantidade de rejeito muito elevada.

Não obstante, o rejeito de talco provavelmente poderia ser utilizado para fins cerâmicos, devendo ser mais bem avaliada a montagem de uma usina industrial.

As recuperações em massa poderiam ser mais elevadas, porém, tiveram que ser sacrificadas para atender aos requisitos de alvura, pois estava se procurando minérios de talco para uso na indústria de papel.

Uma provável unidade industrial projetada teria que apresentar uma certa flexibilidade, principalmente na deslamagem e na flotação (variação no número de células e de estágios – *rougher* e *cleaner*, devido à variedade do minério de talco da região).

Os concentrados de flotação foram submetidos a ensaios de alvejamento com ditionito de sódio, subindo entre 2 e 6 pontos de alvura, elevando algumas amostras para valores acima de 85%, fato que possibilitaria o uso na fabricação de papéis especiais.

A pesquisa concluiu que a flotação em coluna poderia apresentar um desempenho superior ao obtido na flotação convencional.

8 - CARACTERÍSTICAS DOS MINÉRIOS DO DISTRITO DE TALCO DO PARANÁ

O aproveitamento do minério de talco no Paraná e no Brasil envolve os seguintes processos:

- Lavra a céu aberto
- Beneficiamento: separação manual (Figura 18); seleção em peneiras; classificação; secagem (Figuras 19, 20 e 21); segundo peneiramento; moagem; e ensacamento.



Figura 18: Seleção manual de minério de talco para a obtenção de talco puro. Mina São José área de Ponta Grossa. Este procedimento faz parte da seleção primária e é comum no Distrito de Talco do Paraná.

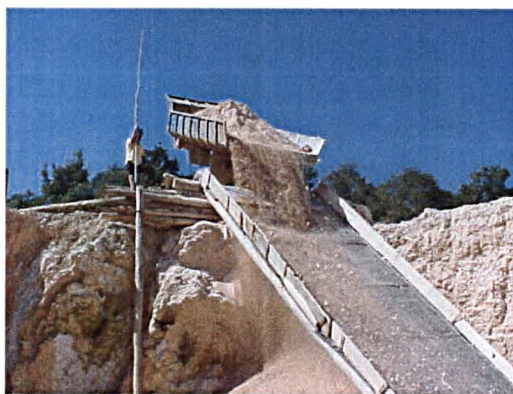


Figura 19: Caminhão descarregando minério de talco sobre peneira. Processo de seleção primária de minério de talco na área de Castro. Os blocos maiores que apresentam maior teor em sílica são separados do minério mais fino e mais puro.



Figura 20: Detalhe da peneira da foto anterior. Pode-se observar o espaçamento de 1 polegada usado na primeira seleção no Distrito de Talco do Paraná.

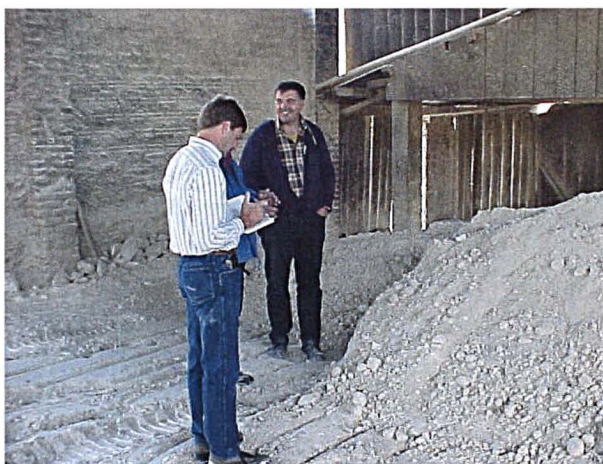


Figura 21: Forno para a secagem do minério de talco do Distrito do Paraná em Castro. O minério é espalhado sobre uma chapa quente até que fique totalmente seco.

Os minérios de talco produzidos no estado do Paraná não são classificados formalmente. As empresas de mineração classificam os produtos de acordo com o seu provável uso e especificações exigidas pelo consumidor. Assim, o talco cerâmico costuma ser aquele com teores mais baixos de MgO (variando de 20% a 29%), teores mais elevados de ferro ($> 1\%$) e sílica (entre 60% e 65%). Para usos cerâmicos onde é exigida a cor de queima branca, ou próxima a isto, o talco utilizado deve ser mais puro. Porém a indústria atual de revestimentos já não exige

minérios de talco que queimem com cor branca. A exigência do mercado é por minérios com composições químicas constantes

A maior quantidade do minério produzido no Distrito de Talco do Paraná destina-se à indústria cerâmica, seguido da indústria de tintas, borracha e plásticos. Segundo Campos (2001), no Brasil o setor cerâmico consome 65% do talco e pirofilita produzidos no Brasil, seguido de tintas e vernizes (14%), defensivos agrícolas (5%), plásticos (4%), papel (3%) e outras indústrias (9%). Loyola (1987a) indicou como 93% o consumo em 1986 do talco produzido no Paraná pela indústria cerâmica, 3,7% pela indústria de tintas, 2,2% pela indústria do papel e 1% pelas demais indústrias. Após esta publicação não houve mais pesquisa de campo diretamente com os mineradores visando quantificar os setores em que o minério de talco paranaense é consumido.

Nas Figuras 22 e 23 são mostradas fotomicrografias de minérios de talco das áreas de Ponta Grossa e de Castro respectivamente.

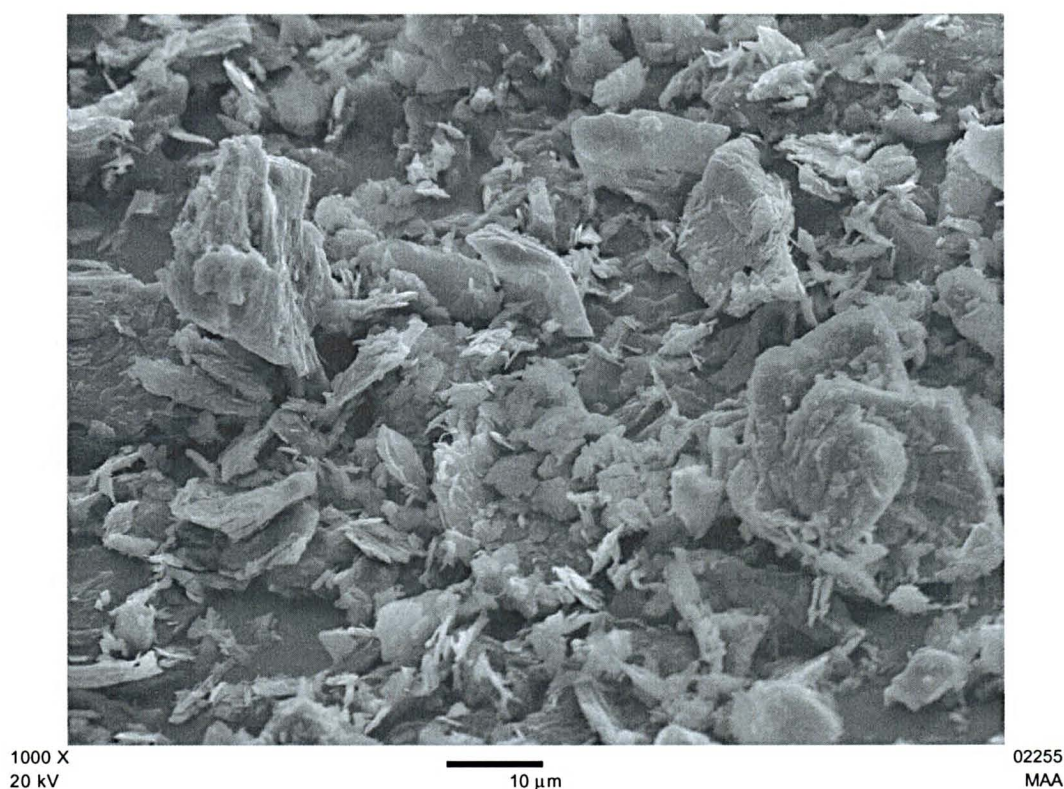


Figura 22 Fotomicrografia de minério de talco, da mina Pocinho, área Ponta Grossa. Minerais de talco lamelares. Realizada no laboratório ALS Chemex Inc, Estados Unidos, no âmbito do projeto de pesquisa que amparou esta dissertação.

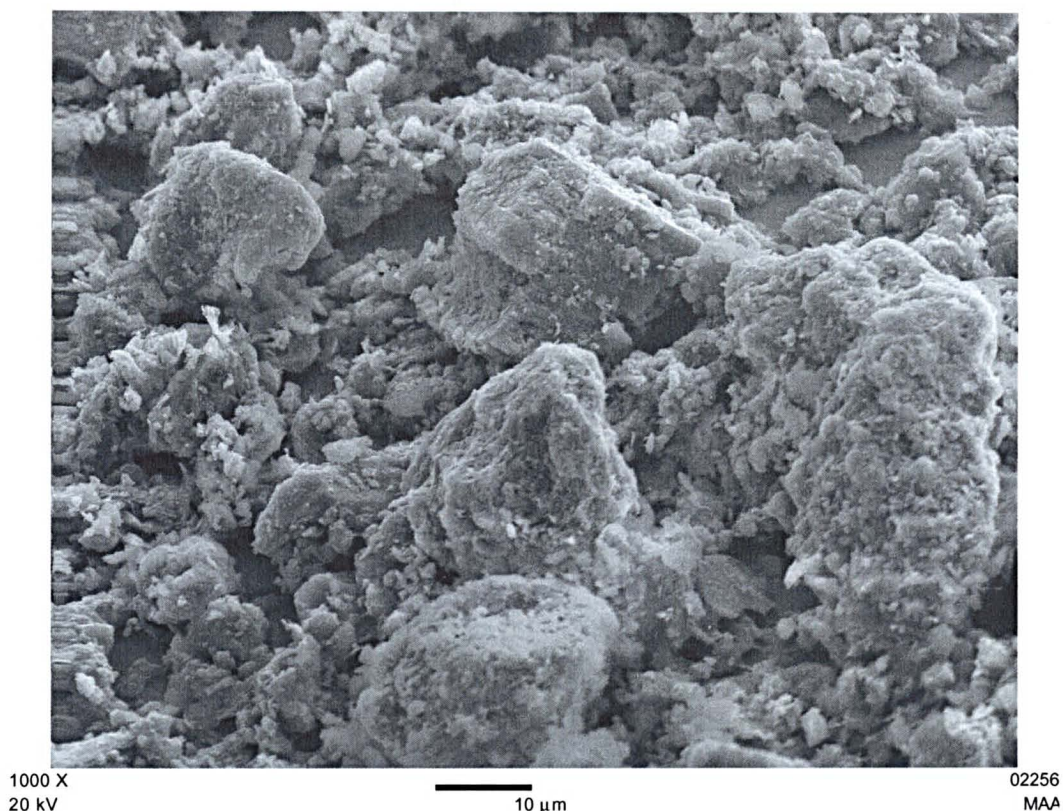


Figura 23 Fotomicrografia de minério de talco, da mina Barrinha, área Castro. Minerais de talco microcristalinos, poucos cristais lamelares. Realizada laboratório ALS Chemex Inc., Estados Unidos, no âmbito do projeto de pesquisa que amparou esta dissertação.

8.1 - ENSAIOS CERÂMICOS

Berg e Loyola (1987) analisaram grande quantidade de amostras de minério de talco nos municípios de Castro e Ponta Grossa pertencentes ao Distrito de Talco do Paraná. Na atual pesquisa completaram-se as análises com amostragem direcionada, visando principalmente a caracterização e identificação de diferentes tipos de minérios e as distintas aplicações comerciais-industriais.

Anteriormente foram descritas as características, inclusive com seus resultados de CTC (Capacidade de Troca de Cátions) das amostras as quais terão seus resultados de ensaios cerâmicos mostrados na seqüência.

Os minérios de talco com maior presença de outros argilominerais, que são identificáveis nos resultados de análises químicas pela presença de Al_2O_3 , tendem a apresentar um resultado de CTC mais elevado ($<1,0$ meq/100 mg).

As amostras com CTC mais elevada, após queima a 950°C e 1250°C , apresentaram módulo de ruptura mais elevado e, em geral, superqueima a 1450°C .

Nas Tabelas 07 a 12, são apresentados os resultados de ensaios cerâmicos de amostras do Distrito de Talco do Paraná. A partir do estudo destes resultados observa-se que, com exceção de algumas poucas amostras, os minérios de talco da área de Ponta Grossa são mais heterogêneos, muitos dos quais são enriquecidos em minerais acessórios fundentes (clorita, montmorillonita, calcita).

Devido a este fato, nas temperaturas de queima de 950°C e 1250°C, estas amostras da área de Ponta Grossa apresentaram maiores índices de módulo de ruptura e densidade aparente, com menores índices de absorção de água e porosidade aparente, em comparação com amostras da área de Castro.

A 1450°C, as amostras com maior presença de fundentes superqueimaram. Na área de Castro também existem impurezas nos minérios, porém em menores proporções e, os minérios são mais homogêneos.

Tabela 07: Características cerâmicas após queima a 950°C – minérios da área de Ponta Grossa.

Amostra	Retração linear (%)	Módulo de ruptura (kgf/cm ²)	Absorção de Água (%)	Porosidade aparente (g/cm ³)	Densidade aparente (%)	Perda ao fogo (%)	Cor
LL-52	-0,4	16	18,9	33,9	1,8	4,9	Branca
LL-58	-0,6	15	19,6	34,3	1,75	3,5	Rosa
LL-59	-0,5	9	21,5	36,4	1,69	4,3	Rosa Clara
LL-60	-0,7	9	19	33,5	1,76	4,3	Rosa Clara
LL-67	1	46	22,8	37,9	1,67	6	Rosa Clara
LL-68	1,8	146	20,6	35,7	1,75	6,6	Rosa Clara
LL-74	0,2	35	18,4	33,9	1,86	5,2	Rosa Clara
LL-83	0,7	63	19,4	34,8	1,79	5,6	Rosa Clara
LL-85	1,2	65	19,8	35	1,77	7,2	Rosa
LL-88	1,5	87	14	27,4	1,95	5,7	Rosa
LL-90	0,7	28	14,5	28,4	1,94	5	Crema Clara
LL-91	1,3	45	30,1	45,7	1,52	7,4	Rosa
LL-93	1,5	13	20,8	36,8	1,77	4,7	Crema Clara
LL-100	0	9	25,2	40,1	1,6	4,2	Crema Clara
LL-108	0	9	29,1	43,9	1,51	5,6	Rosa Clara
LL-110	1,5	13	26,8	42,4	1,59	9,7	Rosa Clara
LL-111	1,2	24	13,6	27,6	2,03	6,5	Rosa Clara
Mediana	0,70	24	13,60	35	1,76	5,60	

Fonte: Berg e Loyola (1987).

Tabela 08: Características cerâmicas após queima a 950°C – minérios da área de Castro.

Amostra	Retração linear (%)	Módulo de ruptura (kgf/cm ²)	Absorção de água (%)	Porosidade aparente (g/cm ³)	Densidade aparente (%)	Perda ao fogo (%)	Cor
LL-61	-0,8	18	32,4	47,3	1,46	5,2	Rosa Clara
LL-62	-0,8	47	21,6	38,1	1,77	5,3	Branca
LL-104	-0,3	10	28	43,7	1,57	5,4	Rosa Clara
LL-113	-0,2	8	26,6	42,9	1,58	4,9	Rosa Clara
LL-114	1,2	51	18,3	33,4	1,81	5,3	Rosa Clara
LL-117	1,7	38	16,7	31,5	1,87	5,5	Rosa Clara
LL-119	0,5	17	24,2	39,9	1,66	5,5	Rosa Clara
Mediana	-0,2	18,00	24,2	39,9	1,66	5,3	

Fonte: Berg e Loyola (1987).

Tabela 09: Características cerâmicas após queima a 1250°C – minérios de talco da área de Ponta Grossa.

Amostra	Retração Linear (%)	Módulo de Ruptura (kgf/cm ²)	Absorção de Água (%)	Porosidade Aparente (g/cm ³)	Densidade Aparente (%)	Perda ao Fogo (%)	Côr
LL-52	0	44	18,5	33,3	1,8	5,2	Branca
LL-58	-0,3	56	19,6	34,1	1,74	3,7	Branca
LL-60	-0,2	41	18,7	33,6	1,8	4,4	Branca
LL-67	4,7	267	13,7	25,8	1,87	6,7	Cinza Clara
LL-68	7,5	369	5,9	12,3	2,08	6,9	Cinza Clara
LL-74	1	95	18,2	33,8	1,87	5,4	Cinza Clara
LL-83	2	181	17	32	1,88	5,6	Cinza Clara
LL-85	3,9	299	12,7	24,9	1,94	7,5	Cinza Clara
LL-88	2,3	127	12,4	25,4	2,07	5,7	Branca
LL-90	1,6	127	13,8	28,3	2,02	5,1	Branca
LL-91	4,9	164	21,7	38,1	1,72	7,7	Crema Clara
LL-93	3,7	87	16,3	30,6	1,88	5	Branca
LL-100	2,2	65	20,8	36,4	1,75	5	Branca
LL-108	1,6	38	26,1	42	1,62	5,8	Branca
LL-110	2,7	62	23,5	38,9	1,66	9,9	Crema Clara
LL-111	1,9	45	13,5	27,4	1,99	6,6	Crema Clara
Mediana	2,1	91,00	17,6	32,65	1,87	5,65	

Fonte: Berg e Loyola (1987). 2,2% das amostras da área superqueimaram.

Tabela 10: Características cerâmicas após queima a 1250°C – minérios da área de Castro.

Amostra	Retração Linear (%)	Módulo de Ruptura (kgf/cm ²)	Absorção de Água (%)	Porosidade Aparente (g/cm ³)	Densidade Aparente (%)	Perda ao Fogo (%)	Côr
LL-61	-0,3	36	30,9	45,6	1,48	5,6	Branca
LL-62	2,2	70	19,1	35,9	1,82	5,8	Branca
LL-104	3	65	21	36,4	1,73	5,7	Branca
LL-113	1,7	48	22,6	38,8	1,72	5,2	Branca
LL-114	1,5	113	14,3	27,4	1,92	5,7	Branca
LL-117	3,2	64	14	27,8	1,96	5,9	Branca
LL-119	2	45	21,1	37,1	1,76	5,8	Branca
Mediana	2,00	64,00	21,00	36,4	1,76	5,7	

Fonte: Berg e Loyola (1987).

Tabela 11: Características cerâmicas após queima a 1450°C – minérios da área de Ponta Grossa.

Amostra	Retração Linear (%)	Módulo de Ruptura (kgf/cm ²)	Absorção de Água (%)	Porosidade e Aparente (g/cm ³)	Densidade Aparente (%)	Perda ao Fogo (%)	Côr
LL-52	0,8	109	17	32	1,8	5,1	Cinza Clara
LL-58	-0,9	142	19,1	32,8	1,72	3,9	Cinza Clara
LL-60	0,5	102	17,2	31,9	1,85	4,4	Branca
LL-83	7,3	431	1,1	2,4	2,18	5,7	Cinza Clara
LL-88	6,3	602	4,6	11,2	2,44	5,9	Cinza Clara
LL-90	4	304	9,4	20,8	2,22	5,1	Branca
LL-93	9,4	244	5,9	13,4	2,27	5,2	Branca
LL-100	6,5	158	12,3	25	2,02	5,2	Branca
LL-108	7,3	138	14,2	27,8	1,95	5,8	Branca
Mediana	6,3	158,00	12,3	25,00	2,02	5,2	

Fonte: Berg e Loyola (1987). 37,5% das amostras da área superqueimaram.

Tabela 12: Características cerâmicas após queima a 1450°C – minérios da área de Castro.

Amostra	Retração Linear (%)	Módulo de Ruptura (kgf/cm ²)	Absorção de Água (%)	Porosidade e Aparente (g/cm ³)	Densidade Aparente (%)	Perda ao Fogo (%)	Côr
LL-61	1,8	533	9,7	19,1	1,97	5,7	Crema Clara
LL-62	8,6	326	7,9	18,1	2,3	5,7	Branca
LL-104	10	270	7,8	16,7	2,14	5,8	Branca
LL-113	7,7	200	11,8	25	2,08	5,5	Branca
LL-114	11	263	1,6	3,9	2,52	5,7	Branca
LL-117	9	213	4,5	10,1	2,37	5,9	Branca
LL-119	10,4	229	4,8	11,1	2,29	5,8	Branca
Mediana	9,00	263,00	7,80	16,70	2,29	5,70	

Fonte: Berg e Loyola (1987). 10% das amostras da área superqueimaram.

8.2 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS E CARACTERIZAÇÃO APÓS QUEIMA.

É possível fazer uma distinção entre os minérios da área de Ponta Grossa e a área de Castro com base nos resultados apresentados nas Tabelas 07 a 12. Efetivamente verifica-se que as amostras de Ponta Grossa apresentam um comportamento distinto daquelas oriundas de Castro. A temperatura de queima de 1250°C, as primeiras apresentaram maior sinterização, conseqüentemente maior resistência mecânica, maior retração e menor absorção de água. Já as amostras

oriundas de Castro tiveram resultados mais homogêneos, inclusive quanto a cor de queima, pois a maioria das amostras apresentou cor branca após queima.

A 1450°C, um grande número de amostras de Ponta Grossa apresenta superqueima. Para aquelas que foi possível quantificar suas características físicas após a queima, os resultados foram inferiores que o das amostras de Castro, ou seja, apresentaram micro trincas, aumentando sua absorção de água e diminuindo a resistência mecânica.

Apesar de que as medianas para os elementos maiores terem aparentemente poucas diferenças (Gráficos 01, 02, 03 e 04), existem minérios mais heterogêneos na área de Ponta Grossa, uma maior variação nos teores de Al_2O_3 e de Fe_2O_3 , o que provavelmente seja responsável pelas diferenças de comportamento cerâmico após a queima.

A principal impureza em termos de óxidos que aparece é Al_2O_3 , indicativo da presença de argilominerais. Os teores elevados de Al_2O_3 , em geral, favorecem a resistência mecânica após a queima a 1250°C, mas também provocam a superqueima a 1450°C.

A maior parte das amostras que possuem Al_2O_3 elevado, também possui Fe_2O_3 mais elevado, refletindo a presença de argilominerais como a clorita ou a montmorillonita.

Uma impureza muito comum no minério de talco do Distrito do Paraná está representada por óxidos de ferro, sob a forma de hematita e goethita pulverulentas. Estes óxidos de ferro são mais escassos em profundidade, posto que são originários do processo de intemperismo.

Os talcos puros não apresentam variações acentuadas de características cerâmicas após processo a 1250°C, em relação a 950°C. Os resultados dos ensaios mostram que os talcos misturados com outros argilominerais, dependendo do percentual de impurezas presentes, como por exemplo nas amostras LL-67, LL-68, LL-74, LL-85 e LL-91 apresentam aumento dos valores de módulo de ruptura, significando uma maior sinterização. A 1450°C estas amostras superqueimaram.

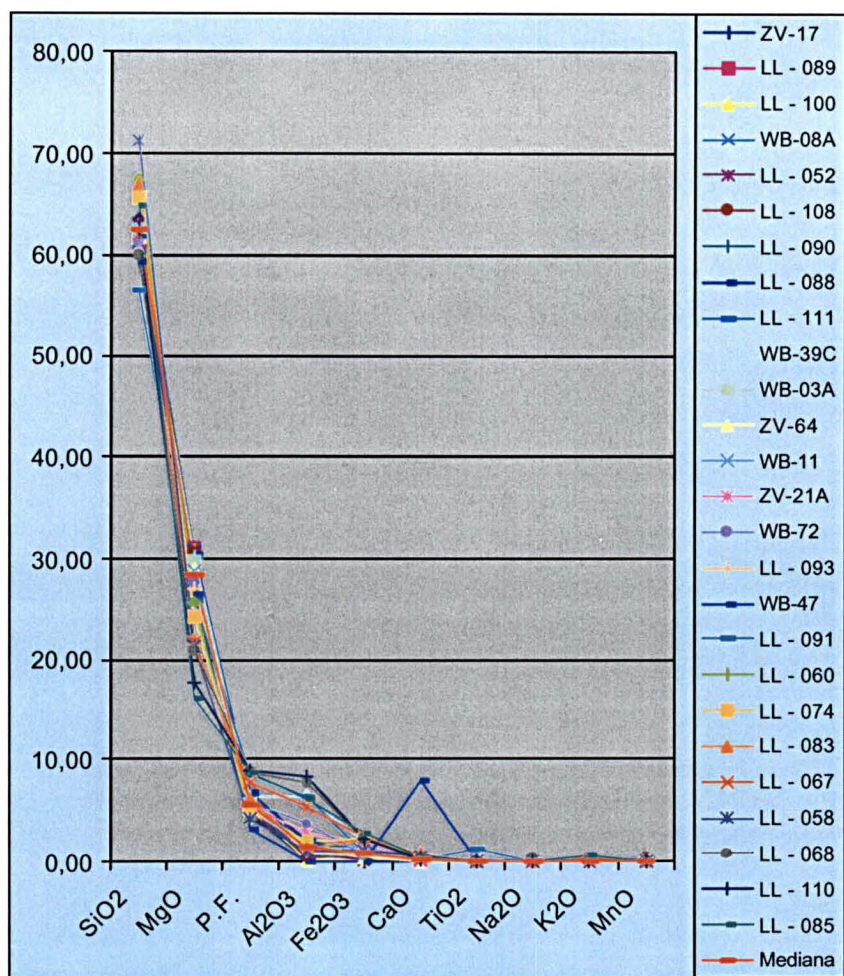
No Gráfico 01 observa-se que 46% das amostras da área de Ponta Grossa apresentam teores de Fe_2O_3 igual ou superior a 1%, valor utilizado como máximo

admitido atualmente por muitas indústrias cerâmicas de porcelanato para adquirir o minério de talco e 30% acima de 1,5%, valor máximo admitido por muitas indústrias de pisos e azulejos. Além disto 38% das amostras tem teores de Al_2O_3 acima de 2%, valor usado por indústrias como máximo tolerado admitindo-se a presença de outros argilominerais (silicatos hidratados de alumínio) e, 3,8% das amostras tem teores de CaO acima de 1%. A presença de carbonatos é evitada para utilizações onde o que se procura é a untuosidade e não abrasividade do minério de talco.

No Gráfico 02, com quatro amostras coletadas e submetidas a ensaios para servirem de complementação e comparação de dados, não há amostras com presença de óxido de ferro acima de 1% nem com óxido de alumínio acima de 2%, porém há 37,5% das amostras com teores de óxido de cálcio acima de 1%. Estas amostras são de minérios considerados em campo como puros, ou quase puros. Nestas amostras existem impurezas na forma de quartzo e carbonatos, principalmente calcita.

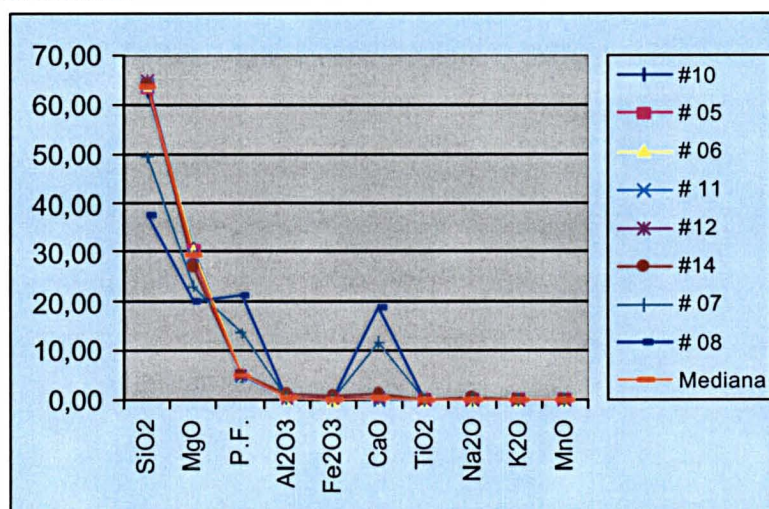
A localização das amostras de Ponta Grossa e Castro analisadas neste capítulo estão nas Tabelas 13 e 14. Nestas tabelas estão também relacionados os percentuais da presença do mineral talco nestas amostras.

Gráfico 01: Representação dos resultados analíticos para elementos maiores da área de Ponta Grossa.



Fontes: Berg e Loyola (1987) numeradas com LL, Ribas et al. (1999) numeradas com ZV e WB. Valores em %.

Gráfico 02: Representação dos resultados analíticos para elementos maiores da área de Ponta Grossa. Amostras inéditas.



Fonte: Amostras analisadas no laboratório ALS Chemex Inc. Estados Unidos, no âmbito da pesquisa desta dissertação. Valores em %.

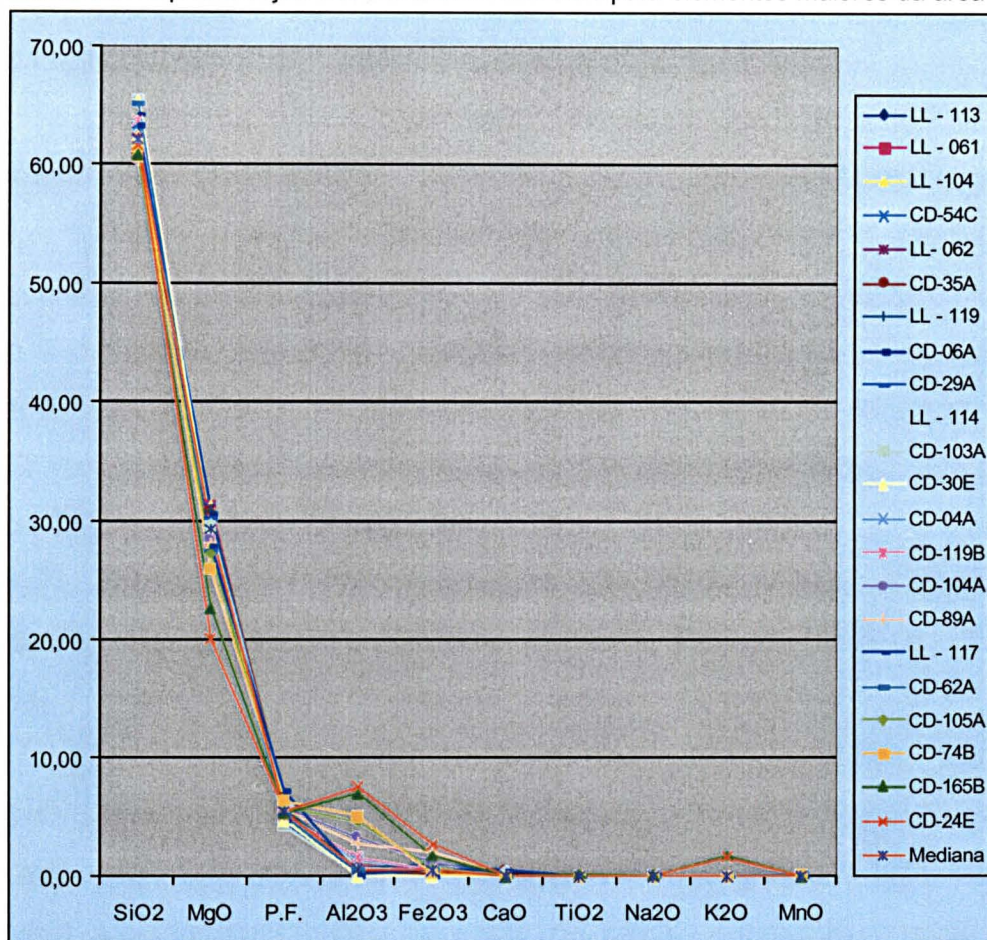
No Gráfico 03 observa-se que o minério de talco da área de Castro tem 18% das amostras com teores de Fe_2O_3 acima de 1%, valor utilizado como máximo admitido atualmente por muitas indústrias cerâmicas de porcelanato para adquirir o minério de talco, enquanto que 13% com teores acima de 1,5%, valor máximo admitido por muitas indústrias de pisos e azulejos. Além disto, 22% das amostras tem teores de Al_2O_3 acima de 2%, valor usado por indústrias como máximo tolerado admitindo-se a presença de outros argilominerais (silicatos hidratados de alumínio) e não tem amostras com teores de CaO acima de 1%. Analisando-se este gráfico conclui-se que os minérios de Castro são mais homogêneos que os de Ponta Grossa, com menor presença de outros argilominerais e carbonatos. O valor da perda ao fogo também comprova esta observação.

O minério de talco é mais puro na área de Castro, como observado pela análise dos valores da mediana (Gráfico 03) e pela presença do mineral presente nas amostras, Tabelas 13 e 14.

Nesta área, de Castro, 91% das amostras de minérios apresenta teores de mineral talco acima de 80% da composição mineralógica do minério e 9% com teores entre 60 e 80%. Já na área de Ponta Grossa, 73% das amostras de minérios tem teores do mineral talco acima de 80%, 22% com teores entre 60 e 80% e, 5% abaixo de 60%, devido a presença de impurezas, principalmente argilominerais.

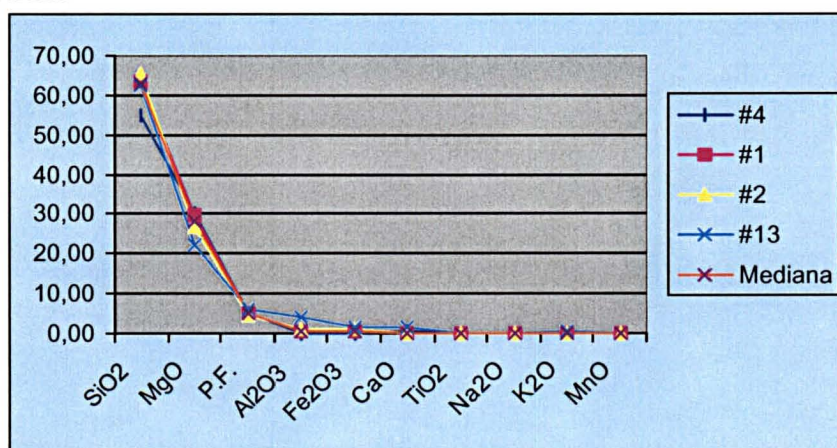
O minério do Distrito de Talco do Paraná, em função da pureza de sua composição, não pode ser considerado como clorítico ou tremolítico, como ocorre em vários outros distritos, como por exemplo os minérios de Trimouns, França e de Nova York, Estados Unidos, respectivamente.

Gráfico 03: Representação dos resultados analíticos para elementos maiores da área de Castro.



Fonte: Berg e Loyola (1987) numeradas com LL, Ribas et al. (1999) numeradas com CD. Valores em %.

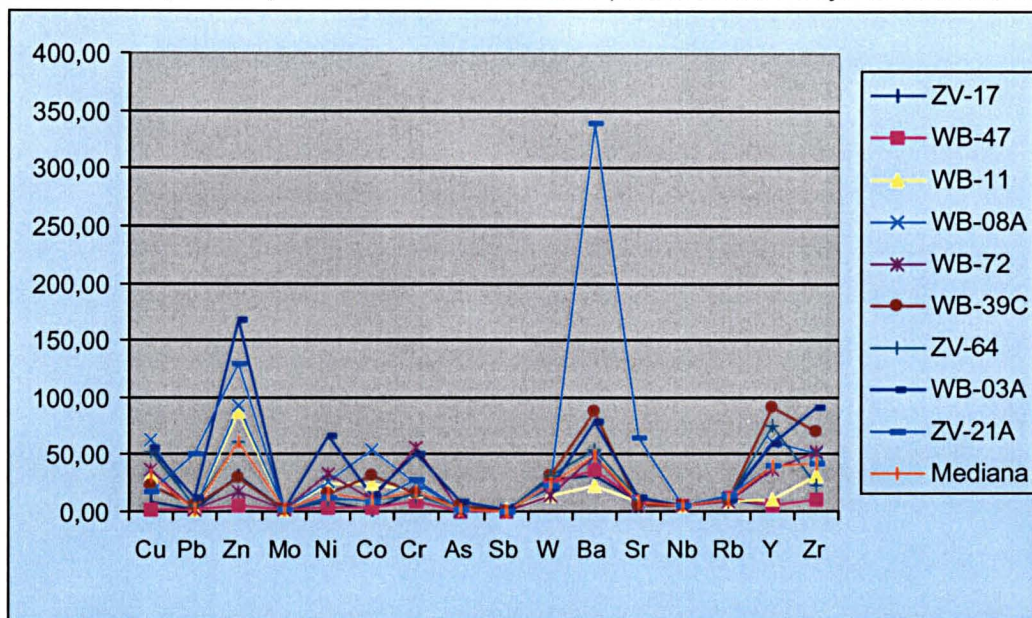
Gráfico 04: Representação dos resultados analíticos para elementos maiores da área de Castro. Amostras inéditas.



Fonte: Amostras analisadas no laboratório ALS Chemex Inc. Estados Unidos, no âmbito da pesquisa desta dissertação. Valores em %.

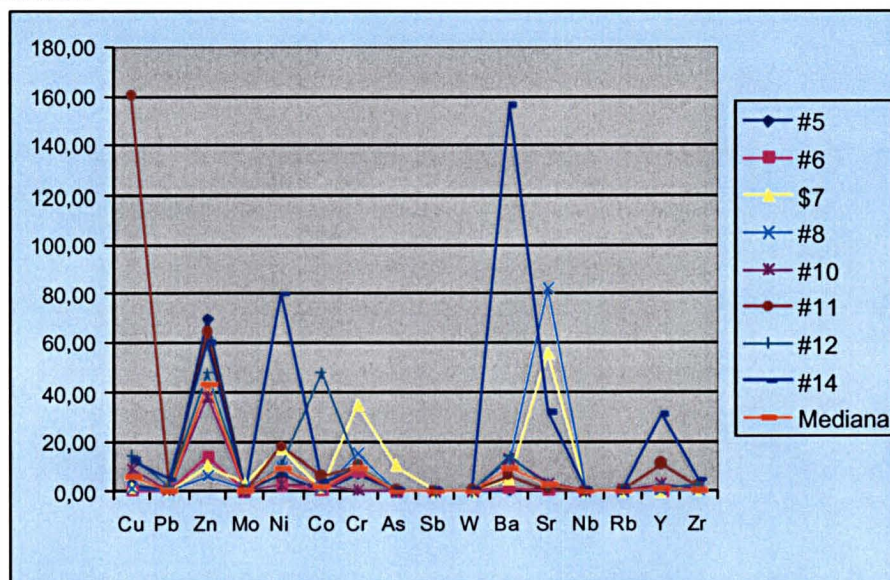
Nos Gráficos 05 a 08 são apresentados resultados químicos para minérios das duas áreas, Ponta Grossa e Castro, para os elementos traço.

Gráfico 05: Representação dos resultados analíticos para elementos traço da área de Ponta Grossa.



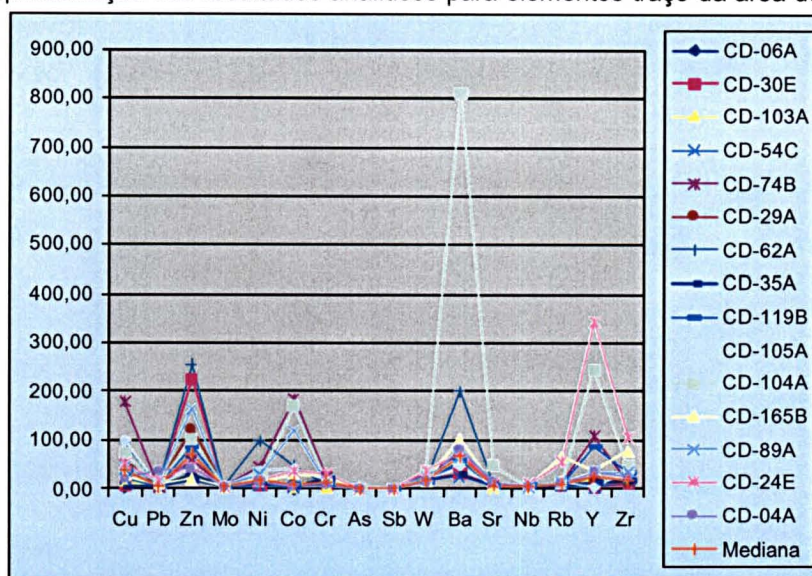
Fontes: Ribas et al. (1999) amostras numeradas com ZV e WB. Valores em ppm.

Gráfico 06: Representação dos resultados analíticos para elementos traço da área de Ponta Grossa. Amostras inéditas.



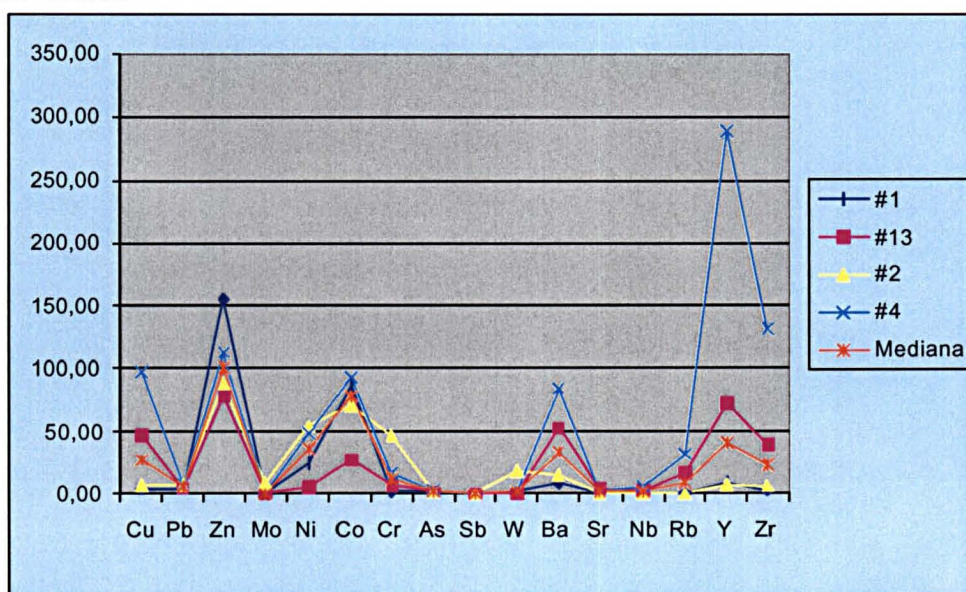
Fonte: Amostras analisadas no laboratório ALS Chemex Inc. Estados Unidos, no âmbito da pesquisa desta dissertação. Valores em ppm.

Gráfico 07: Representação dos resultados analíticos para elementos traço da área de Castro.



Fonte: Ribas et al. (1999) amostras numeradas com CD. Valores em ppm.

Gráfico 08: Representação dos resultados analíticos para elementos traço da área de Castro. Amostras inéditas.



Fonte: amostras analisadas no laboratório ALS Chemex Inc. Estados Unidos, no âmbito da pesquisa desta dissertação. Valores em ppm.

As diferenças evidentes na mediana, para as duas áreas referem-se a maior presença de alguns elementos, como Cu, Co e Y na área de Castro, porém são resultados que não podem ser considerados como anomalias representativas destes elementos.

Como já mencionado no Capítulo 7, a coloração in natura e usos na industrialização (cerâmica, papel, plásticos, etc) também depende da presença destes elementos menores (C, Co, Cu, Pb, Mn, Fe, etc).

Na indústria cerâmica de revestimentos são conhecidos casos em que os óxidos de elementos menores, presentes nas matérias-primas utilizadas na formulação das massas cerâmicas, reagem com a água, depois dos revestimentos estarem assentados nas obras, vindo a concentrar na superfície das peças, ou sob o esmalte, gerando manchas que prejudicam a qualidade e a comercialização do produto.

As amostras da Tabela 15, da área de Ponta Grossa do Distrito de Talco do Paraná, são de minérios conceituados pelos mineradores como de alta pureza. As amostras #5, #6, #7 e #8 são variedades de minério maciço e lamelar, tipo de minério encontrado exclusivamente na área de Ponta Grossa. Os minérios #7 e #8 de coloração escura apresentaram proporções consideráveis de calcita e dolomita. O mesmo aconteceu com o da amostra #9, minério que ocorre no contato com o mármore dolomítico, lavrado na mina Grande.

As amostras de talco da área de Castro, Tabela 16, são de minérios com características de destinação industrial mais nobre, como tintas e borrachas. Percebe-se, entretanto, que as amostras #13 e #14 são de minério de talco mais impuro. A amostra #4, considerada como de má qualidade em campo, devido à sua coloração (avermelhada e amarelada) e aspecto heterogêneo, confirmou o prognóstico no ensaio laboratorial, pois apresenta baixo teor de MgO e altos teores de Fe_2O_3 e Al_2O_3 .

O tamanho médio de partículas indica, a princípio, uma menor dimensão de lamelas para os minérios de Castro, o que comprovaria o que é de conhecimento prático em campo de que os minérios daquela área são menos untuosos, e também o observado nas Figuras 22 e 23, onde o minério de talco de Castro mostrado na fotomicrografia é microcristalino, de acordo com o que foi exposto no Capítulo 7.

Tabela 15: Propriedades tecnológicas de minérios da área de Ponta Grossa.

Amostra de Minério	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11
Tamanho médio de partícula (μm)	11.2	8.8	15.9	17.3	18.7	6.5	4.2
Grau de Alvura (GEB)	93	94	86	47	90	89	84
Perda ao Fogo 1050° C (%)	5.0	5.1	13.5	21.4	25.6	4.8	4.8
Minerais Presentes (%):							
Talco	>99	99	77	58	47	99.9	97
Clorita							1
Quartzo			<1				2
Calcita		1	22	32	53		
Dolomita			<1	10			
CTC	0.92	1.04	1.04	1.08	0.71	1.01	1.88

Analisadas no laboratório ALS Chemex Inc. Estados Unidos, pesquisa desta dissertação e CTC no laboratório da MINEROPAR

Na Tabela 16, a presença de mica, clorita e argila nas amostras #4 e #13 refletiu em um maior valor de CTC. A exceção é da amostras #2.

Tabela 16: Propriedades tecnológicas de minérios da área de Castro.

Amostra de Minério	#1	#2	#4	#13	#14
Tamanho médio de partícula (μm)	5.2	2.3	1.9	5.0	8.9
Grau de Alvura (GEB)	71	66	40	53	70
Perda ao Fogo 1050° C (%)	4.8	4.7	8.5	6.0	5.2
Minerais Presentes (%):					
Talco	99.3	94.2	67	66.3	87.9
Mica			10	14.7	
Clorita				2.1	1.1
Quartzo	0.6	5.7		12.5	9.1
Argila			23		
Calcita				3.4	
Dolomita				1.1	1.9
CTC		2.32	4.19	6.12	1.01

Analisadas no laboratório ALS Chemex Inc. Estados Unidos, pesquisa desta dissertação e CTC no laboratório da MINEROPAR.

9 – CONCLUSÕES

O Grupo Itaiacoca está representado por uma estrutura geológica alongada de 110 Km de comprimento por 10 km de largura em média, estendendo-se desde a cidade de Ponta Grossa, no Paraná, até Itapeva em São Paulo. É constituído por rochas metassedimentares (mármore dolomíticos, quartzitos, filitos) e metavulcânicas; é cortado por rochas subvulcânicas (micro-gabros) na forma de diques e sills.

O Grupo Itaiacoca limita-se a NE e SW por dois complexos graníticos, respectivamente Três Córregos e Cunhaporanga. As rochas deste grupo foram afetadas por metamorfismo de baixo grau (fácies xistos verde), e eventos tectônicos distensionais e colisionais que resultaram em inúmeras dobras e falhas.

Para melhor caracterizar esta região produtora de minério de talco, sugere-se a adoção da denominação de Distrito de Talco do Paraná.

As duas principais áreas produtoras de talco localizam-se respectivamente na parte sudoeste do Distrito de Talco do Paraná, a área de Ponta Grossa e na parte norte, a área de Castro.

Na área de Ponta Grossa, o minério de talco é encontrado principalmente na formação Água Nova e secundariamente na formação Bairro dos Campos, já na área de Castro, o minério de talco só é encontrado na formação Bairro dos Campos.

Os depósitos do Distrito de Talco do Paraná são resultantes da transformação de rochas dolomíticas na presença de sílica. Estas rochas forneceram o magnésio *in situ* necessário para formar o mineral, enquanto a sílica foi fornecida pela circulação hidrotermal.

A litologia hospedeira dos depósitos de talco em ambas as formações é o mármore dolomítico.

Foram dois os processos genéticos que deram origem ao minério do Distrito de Talco do Paraná: metamorfismo regional dínamo-termal e hidrotermalismo.

Existem três tipos de depósitos de talco com minério *in situ*:

1. Depósitos cujo minério foi gerado pelo metamorfismo regional dínamo-termal.
2. Depósitos cujo minério foi formado por hidrotermalismo associado aos granitos como fonte térmica.
3. Depósitos com ambos tipos de minério.

Existem dois tipos de depósitos constituídos por minério alóctone:

1. Depósitos com minério remobilizado por processos cársticos.
2. Depósitos com minério remobilizado por processo coluvionar.

Os controles dos depósitos do Distrito de Talco do Paraná são litológicos (mármore dolomíticos), estruturais (falhas de sistema NE) e morfológicos (diques e corpos de quartzito).

Os corpos de talco metamórfico são concordantes com o trend regional NE das estruturas sedimentares e metamórficas.

Os depósitos de talco hidrotermais são também concordantes com as estruturas NE. Mas são encontrados alguns corpos discordantes em pequenos veios.

Em todo o Distrito de Talco do Paraná os corpos mineralizados estão condicionados geologicamente a linhas de falhas, alinhando os depósitos na direção nordeste e, secundariamente, a noroeste.

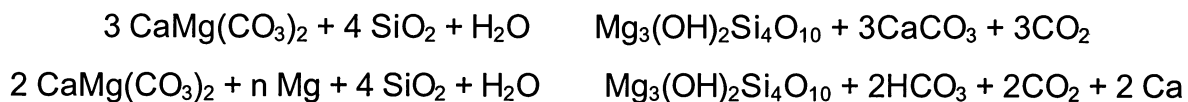
Os bolsões de maior expressão volumétrica são mais comuns na área Ponta Grossa, enquanto que os depósitos da área de Castro possuem menores volumes, porém uma maior frequência na distribuição espacial.

Na área de Castro foram contabilizados 50 depósitos com dimensões médias de 128m de extensão por 47m de largura, enquanto que na área Ponta Grossa foram levantados 29 depósitos com dimensões médias de 235 por 62 metros.

Os diques de micro-gabro representam guias da exploração de depósitos de talco no Distrito do Paraná. Sua disposição no campo, quando as encaixantes são

rochas carbonatadas, exibem formas de altos topográficos. Este fato propiciou a preservação dos depósitos de talco encaixados pelos mármores dolomíticos.

O mineral talco do Distrito de Talco do Paraná foi formado por uma das seguintes reações, como descrito no Capítulo 6:



Nas minas do Distrito de Talco do Paraná encontram-se diversos tipos de minério, de coloração branca, creme e rosa, que variam de acordo com a associação mineralógica que constitui o minério

Na área, de Castro, 91% dos minérios estudados apresenta teores de mineral talco acima de 80% e 9% com teores entre 60 e 80%. Já na área de Ponta Grossa, 73% dos minérios estudados ou analisados apresentam teores do mineral talco acima de 80%, e 22% com teores entre 60 e 80% de talco e, 5% abaixo de 60% de talco.

As principais impurezas dos minérios do Distrito de Talco do Paraná são fragmentos de mármore dolomítico, clorita, tremolita, sericita, quartzo e pirita. Os óxidos de ferro, secundários, são também impurezas importantes desses minérios. Os minérios deste distrito são maciços e pulverulentos. Os tipos maciços apresentam-se quase sempre foliados, os pulverulentos chegam a formar blocos centimétricos que, porém, desagregam-se facilmente.

Existem minérios do Distrito de Talco do Paraná com o mineral talco microcristalino (partículas arredondadas, as quais são aglomeradas em cristais individualizados) e também com o mineral talco macrocristalino (partículas lamelares que correspondem a macrocristais elementares). Os macrocristalinos são mais untuosos ao tato.

O minério de talco da área de Ponta Grossa é geralmente mais untuoso ao tato em comparação ao de Castro. Esta é uma característica importante para aplicação industrial no setor de tintas, papéis e plásticos. Porém os minérios estudados ou analisados da área de Ponta Grossa apresentam concentrações maiores de calcita, dolomita e de outros argilominerais, caracterizados pelos teores de Fe_2O_3 e Al_2O_3 , além de maior perda ao fogo.

É possível fazer uma distinção entre os minérios da área de Ponta Grossa e a da área de Castro com base nos resultados apresentados pelos ensaios cerâmicos. À temperatura de queima de 1250°C, os de Ponta Grossa apresentaram maior sinterização, conseqüentemente maior resistência mecânica, maior retração e menor absorção de água. Já as amostras oriundas de Castro tiveram resultados mais homogêneos, inclusive quanto à cor de queima, pois a maioria das amostras apresentou cor branca.

Existem minérios mais heterogêneos na área de Ponta Grossa, uma maior variação nos teores de Al_2O_3 e de Fe_2O_3 , o que provavelmente seja responsável pelas diferenças de comportamento cerâmico após a queima.

A principal impureza em termos de óxidos é com relação a Al_2O_3 , indicativo da presença de argilominerais. Os teores elevados de Al_2O_3 , em geral, favorecem a resistência mecânica após a queima a 1250°C, mas também provocam a superqueima a 1450°C.

A maior parte das amostras que possuem Al_2O_3 elevado, também possui Fe_2O_3 mais elevado, refletindo a presença de argilominerais como a clorita ou a montmorillonita.

Em função dos resultados analíticos, conclui-se que os minérios de Castro são mais homogêneos, com menor presença de outros argilominerais e carbonatos.

Há, portanto, diferenças entre as duas áreas produtoras, Ponta Grossa e Castro, com relação ao tamanho e freqüência de distribuição das jazidas, untuosidade do minério, presença de minerais acessórios nos minérios de talco e entre as formações geológicas hospedeiras dos depósitos. Entretanto, pelo que foi apresentado nesta dissertação, é possível deduzir que o Distrito de Talco de Paraná tem potencial para atender mercados mais exigentes, pois há diversas jazidas com minérios de alta pureza.

10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, S. 2000. Magnesite and talc deposits of Pakistan. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 563-564.
- ALMEIDA, F. F. M. 1956. Novas ocorrências fósseis no pré-cambriano brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro : v. 28, n. 4, p.54-55.
- ALMEIDA, F. F. M. 1966. Origem e evolução da plataforma brasileira. In: **Semana de Debates Geológicos, 2** Porto Alegre : Centro Acadêmico de Estudos Geológicos da UFRS, p.45-89.
- ALMEIDA, S. L. M. ; LUZ, A. B. ; PONTES, I. F. 1991. **Talco no Paraná**: Flotação em usina piloto. Rio de Janeiro : CETEM/CNPq. (Tecnologia Mineral, 52).
- ARAÚJO, J. C. K. ; GODOY, I. C. ; SOUZA, P. E. C. ; DIAS, R. B. 1987. Caracterização, prospecção e avaliação de jazidas de talco da faixa Itaipococa no estado do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3. 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, v.2. p. 633-644.
- BERG, E. A. T. ; LOYOLA, L. C. 1987. Contribuição ao estudo de talcos do estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 31. 1987. Brasília. **Anais...** São Paulo : ABC. v. 2. p. 783-819.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. 1958. Estudos Preliminares na Série Açungui. VIII – A Formação Votuverava. **Bol. Inst. Hist. Nat..** Curitiba, n. 2, p. 1-16.
- BRADY, J. B. ; CHENEY, J. T. ; RHODES, A. L. ; VASQUEZ, A. ; GREEN, C. ; DUVALL, M. ; KOGUT, A. ; KAUFMAN, L. ; KOVARIC, D. 2002. **Isotope geochemistry of Proterozoic talc occurrences in Archean marbles of the Ruby Mountains, southwest Montana, U.S.A** Disponível em: <<http://gmr.minsocam.org/Papers/v1/v1n2/v1ne.pdf>> Acesso em: 06 jun.2002.
- CAMPOS, L. E. G. 2001. Talco e pirofilita. In: **Balanco Mineral Brasileiro 2001**. . Brasília : DNPM. 19p.
- CAMPOS, L. E. G. 2002. Talco e pirofilita. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral 2002**. Brasília : DNPM. p.108-109.
- CIULLO, P. A ; ANDERSON, J. 2002. **Industrial talc**. Disponível em: <<http://www.rtvanderbilt.com/IndustrialTalc.pdf>> Acesso em: 24 jul.2002.
- DANA, J. D.; HURLBUT, C. S. Jr. 1974. **Manual de Mineralogia**. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos Ed. S/A, v. 2. p. 512-513.
- DEER, W. A. 1962. **Rock – forming minerals**. London : Longman, v. 3.
- EUROTALC 2002. **What is talc**. Disponível em: <<http://www.ima-eu.org/en/talcwhat.html>> Acesso em 30 jan. 2002.

FIORI, M.; GRILLO, S. M. 2002. Albite-chlorite and talc-chlorite deposits in metasedimentary and granitoid rock of Central Sardinia (Italy). **Boletim Paranaense de geociências**, Curitiba, n. 50, p. 53-57.

FRITZSON JR., O.; PIEKARZ, G. F.; FALCADE, D. 1982. Geologia e potencial econômico do Grupo Setuva (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, **Anais...** Salvador : SBG. v. 3, p. 987-1001.

FUCK, R. A. 1966. Nota explicativa da folha Geológica de Quero-Quero. **Boletim da Universidade Federal do Paraná - Geologia**, Curitiba, n. 19, p. 1-21.

FUCK, R. A. 1967. Geologia da folha de Abapã. **Boletim da Universidade Federal do Paraná - Geologia**. Curitiba, n. 25, p. 1-33.

GONDIM, A. C. 2000a. Magnesite and talc in Brazil related to the world context. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 517-520.

GONDIM, A. C. 2000b. **First field correlation. Talc deposits of Paraná State**, Curitiba : IGCP 443, 14p.

GONDIM, A. C. 2001. Exploration of talc deposits in Paraná State, Brazil. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 33, n. 6, p. 575-578.

GONDIM, A. C. ; LOYOLA, L. C. 2002. Ponta Grossa and Castro zones in Paraná talc district, Brazil, ore properties and mineral industry. **Boletim Paranaense de geociências**, Curitiba, n. 50, p. 9-14.

GRECULA, P. ; RADVANEK, M. ; NEMETH, Z. 2000. Magnesite and talc mineralization in Slovakia. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 533-542.

GUERSTEIN, P. G. 2000. Talc deposits in the entral western sector of Argentina. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 567-568.

GUIMARÃES, G. B. 2000. **As rochas granitóides do complexo granítico de Cunhaporanga : aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos**. São Paulo : USP. Tese (Doutorado em Mineralogia e Petrologia)- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

HARBEN, P. W. ; BATES, R. L. 1990. **Industrial minerals geology and world deposits**. London : Industrial Mineral Division.

HASUI, Y. ; CREMONINI, O. A. ; BORN, H. 1984a. Considerações sobre o Grupo Açungui em São Paulo e porção adjacente do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro : SBG, v. 7, p. 3297-3306.

HASUI, Y.; CREMONINI, O. A. ; BORN, H. 1984b. O "Granito Três Córregos" revisado e o maciço Catas Altas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro : SBG. v. 7, p. 3023-3031.

HIRANO, H. ; TOGASHI, Y. 2001. Talc deposits in Japan: A review. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 33, n. 6, p. 595-598.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1985. **Geologia das folhas Barra do Chapéu (SG-22-X-B-I-4) e Araçáiba (SG-22-X-B-II-3), Estado de São Paulo e Paraná.** São Paulo : IPT. (Relatório 22150).

JIANG, S. ; JIANG, Y. 2000. Talc and magnesite deposits in China. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 559-560.

LARA FILHO, J. et al. 1997. **Principais Depósitos Minerais do Brasil.** Brasília : DNPM, v. 4

LIMA, R. E. DARDENNE, M. A. 1987. Geologia e controle da mina grande da Costalco – Itaiacoca (PR). In: **SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG. v.2, p. 623-632.

LIMA, R. E. 1992. Evolução geológica dos depósitos de talco da região de Itaiacoca e Abapã – Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**. 37., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo : SBG, v.1, p.265.

LIMA, R. E. 1993. **Evolução geológica dos depósitos de talco da região de Itaiacoca e Abapã – Paraná.** Brasília : UNB. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.

LIMA, R. E.; REIS NETO, J. M.; MONASTIER, M. S. 1993. Geologia e depósitos de talco da faixa Itaiacoca. In: **SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 5., 1993, Curitiba, **Roteiro de Excursões 1.** Curitiba : SBG. p.

LOYOLA, L. C. 1987a. **Talco no Paraná: caracterização tecnológica.** Curitiba : MINEROPAR.

LOYOLA, L. C. de. 1987b. **Relatório de desenvolvimento do projeto geologia e tecnologia do talco paranaense.** Curitiba : MINEROPAR.

LOYOLA, L. C. ; GONDIM, A. C. 2000. Characterization of Paraná talc deposits, Brazil. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 527-529.

LUZENAC 2002a **Talc geology.** Disponível em: <<http://www.luzenac.com/geology.html>>. Acesso em 01 ago. 2002.

LUZENAC (2002b). **The mineral talc.** Disponível em: <<http://www.luzenac.com/whatstalc.html>> Acesso em 01 ago. 2002.

MARINI, O. J. ; TREIN, E.; FUCK, R. A. 1967 O Grupo Açungui no Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba , n. 23/25, p. 43-103.

MURATORI. A. 1966. Nota explicativa da folha Geológica de Campo Largo. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, n. 21, p. 1-29.

NASEDKIN, V. V. ; EFRENOVA, S. V. KRUPENIN, M. T. ; SHEVELEV, A. I. ; VASILIEV, N. Yu. 2000. Review of talc and magnesite deposits in Russia. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 551-554.

NEUBAUER, F. 2001. Structural control on the formation of talc deposits: Lassing, Austria. In: Pietrzynski, A. et al. **Mineralia deposits at the Beginning of the 21st Century**, Lisse : A. A. Balkema Publishers, p. 1011-1014.

NIEMELA, M. 2001. Talc-magnesite deposits in Finland. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 33, n. 6, p. 561-566.

OLIVEIRA, E.P. 1927. **Geologia e recursos Minerias do estado do Paraná**. Rio de Janeiro : Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Monografia 6.

PEREIRA, A. L. 1988. Influência da presença de argilo-minerais nos talcos e sua consequência na indústria cerâmica. In: **ENCONTRO NACIONAL DO TALCO**, 4., 1988, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa : Sindicato da Indústria de Extração de Minerais Não Metálicos de Ponta Grossa. p. 107-123.

PINHEIRO, J. C. F. 1973. **Perfil analítico do talco**. Rio de Janeiro : DNPM.

PINIAZKIEWICZ, R. J. ; MCCARTHY, E. F. ; GENCO, N. A. 1994. Talc. In: CARR, D. D. **Industrial minerals and rocks**. 6. Ed. Colorado : Society for Mining Metallurgy and Exploration., p.1049 – 1069.

PINIAZKIEWICZ, R.J. 1984. **Geology of and exploration techniques for Pre-Beltian talc deposits of the Malesiah Ranch, Ruby Range, Madison County, Montana**, MS thesis, Tucson, University of Arizona. MS thesis

PONTES, J. B. 1982. Geologia e potencialidades econômicas da Formação Água Clara (PR). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 32., 1982, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro : SBG. p. 1002-1016.

PRASANANKUMAN, V. ; KUMAR, S. N. 2001. Magnesite and talc – the Indian scenario. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 33, n. 6, p. 599-602.

PROCHASKA, W. 2000. Magnesite and talc deposits in Austria. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 543-548.

PUGSLEY JR., R. O. 1985. **Talco: noções básicas e aplicações industriais**. Ponta Grossa : Mineração Itaiacoca.

REIS NETO, J. M. 1994. **Faixa Itaiacoca**: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozóico. São Paulo : USP. Tese (Doutoramento em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

RIBAS, S. M. DAVID, C. A. S. ; BRANDÃO, W.; VALASKI, Z. F. 1997. **Avaliação metalogenética do distrito mineiro de talco no Estado do Paraná** : relatório de primeira etapa. Curitiba : MINEROPAR.

RIBAS, S. M. ; DAVID, C. A. S.; BRANDÃO, W.; VALASKI, Z. F. 1999. **Avaliação metalogenética do distrito mineiro de talco no Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR. v.1.

SIMANDL, G. J., PARADISL, S. 2001. **Carbonate-hosted talc**. Disponível em: <<http://www.em.gov.bc.ca/Mining/Geolsurv/EconomicGeology/MetallicMinerals/MineralDepositProfiles/profiles/e08.htm>> Acesso em: 02 fev.2001.

SCHOBENHAUS, C. ; CAMPOS, D. de A. 1984. A evolução da plataforma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. In : SCHOBENHAUS, C. ; CAMPOS, D. de A. ; DERZE, G. R. ; ASMUS, H. E. **Geologia do Brasil/ Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais**. Brasília : DNPM, p. 9-49.

SOARES, P. C. ; STEVANATO, R. ; CAMARGO, C. R. 1987. Geologia do noroeste da faixa Itaiacoca – Paraná.. In: **SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA** (3 : 1987 : Curitiba). Atas. Curitiba : SBG, v.1, p. 245-262.

SOUZA, A. P. 1990. **Mapa geológico na escala 1:50.000 e esboço da evolução tectônica e sedimentar do Grupo Itaiacoca, nas folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde – SP/PR**. São Paulo : USP. Dissertação (Mestrado em Geologia Geral e de Aplicação) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

THEODOROWICZ, A. ; CÂMARA, M. M. 1988. Ambiência tectônica da Faixa Itaiacoca – Itapeva na região sudeste do Estado de São Paulo. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. **Anais...** Belém : SBG. v.6, p. 2713-2726.

TORNOS, F. ; SPIRO, B. F. 2002. **The geology and isotope geochemistry of the talc deposits of Puebla de Lillo (Cantabrian zone, northern Spain)**. Disponível em: <http://pangea.stanford.edu/research/ODEX/EG/papers/Abs95-6_files/tornos.pdf> Acesso em: 05 mar.2002.

TREIN, E.; REIS NETO, J. M. ; BIONDI, J. C. ; MONASTIER, M. 1985. Revisão da Formação Itaiacoca: identificação de uma seqüência vulcano-sedimentar em Abapã (PR). In SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., 1985, São Paulo. **Atas...** São Paulo : SBG. v. 1, p. 169-185.

VIRTA, R. L. 2003. **Talc And pyrophyllite**. Disponível em: <<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/talc/talccmyb02.pdf>> Acesso em: 24 jul.2003.

WEBER, L. ; ZSAK, G. 2002. Talc. In: **World mining data 2002**. Viena : Federal Ministry for Economy and Labour of the Republic of Austria. P.117